

L'agronomie et la gestion de l'environnement et des ressources naturelles au Cirad

Réflexions, propositions,
éléments de prospective

Eric Malézieux, Guy Trébuil

Illustration Terri Andon

Ager

Cirad
Avril 2000

L'agronomie et la gestion de l'environnement et des ressources naturelles au Cirad

Réflexions, propositions
et éléments de prospective

Un dossier de la délégation scientifique Ager
Eric Malézieux, Guy Trébuil

Avril 2000
Cirad

Sommaire

Introduction	5
Pour un continuum de l'agronomie au développement local	7
Eléments d'analyse sur l'évolution des recherches en agronomie	17
La conférence électronique Ager sur l'agronomie au Cirad : principaux apports et propositions	21
Caractérisation et répartition des effectifs du champ Ager	29
Publications récentes du Cirad dans le champ scientifique Ager	37
Conclusion	45
Annexe	47

Introduction

L'agronomie et la gestion de l'environnement et des ressources naturelles recouvrent un vaste champ de recherche au cœur du mandat du Cirad. Quelque 280 chercheurs de l'institution s'y consacrent. Ils sont répartis dans les différents départements du Cirad, mais réunis au sein de la délégation scientifique Ager, agronomie, gestion de l'environnement et des ressources naturelles.

Au cours de l'année 1999, un ensemble de travaux a été réalisé au sein de la communauté Ager. Ces travaux visaient à mieux préciser la place de l'agronomie dans les recherches conduites par le Cirad ainsi qu'à engager une réflexion prospective sur les outils, les méthodes et les concepts des disciplines qui forment ce domaine scientifique. En particulier, une large réflexion collective a été menée grâce à une conférence électronique modérée, qui a rassemblé du 4 octobre au 19 novembre 1999 les agents de la délégation.

Ce document rassemble quelques-unes des idées forces issues de ces réflexions et brosse, au travers d'une analyse des effectifs des chercheurs et de leur production, un panorama du potentiel et de l'activité scientifique du Cirad dans ce domaine.

Le premier chapitre est un essai cadrant la réflexion. Il rappelle les concepts sur lesquels se fonde l'agronomie et la traduction de ces concepts dans une perspective d'action pour le développement des pays du Sud.

Le deuxième chapitre rassemble quelques éléments d'analyse synthétique sur l'évolution des recherches en agronomie, faisant ressortir continuités et changements. Ces éléments sont issus de la réflexion entreprise au sein de la direction scientifique dans le cadre du projet stratégique du Cirad.

Les principaux apports et les propositions de la conférence électronique organisée par la délégation Ager sur l'agronomie au Cirad font l'objet du troisième chapitre. Fruit d'une vision collective, ce chapitre expose la conception qu'ont les agronomes du Cirad de leur champ disciplinaire et de leurs métiers.

Les agents rattachés à la délégation Ager forment une communauté diversifiée, répartie dans sept départements, sur cinq continents, et structurée en plusieurs disciplines. Le quatrième chapitre dresse, en quelques graphiques, un portrait rapide mais quantifié de cette communauté.

Les publications récentes du Cirad dans le champ scientifique de l'agronomie et de la gestion de l'environnement et des ressources naturelles ont aussi fait l'objet d'une analyse quantifiée pour la période 1996-1998. Les résultats en sont présentés dans le cinquième chapitre. Cette analyse permet de caractériser la pratique des chercheurs en matière de publication de leurs travaux, mais aussi d'apprécier leurs forces et leurs faiblesses dans ce domaine de valorisation scientifique des recherches en agronomie.

Le lecteur trouvera en annexe une sélection de ces publications, ainsi qu'une liste des thèses soutenues dans le champ Ager au Cirad entre 1996 et 1999.

Pour un continuum de l'agronomie au développement local

Eric Malézieux et Guy Trébuil

Sous les effets combinés de la croissance démographique, de l'intégration à l'économie marchande et des profonds changements en cours dans l'encadrement et les politiques agricoles, les modes d'exploitation du milieu évoluent de plus en plus rapidement dans les pays du Sud. Les profondes mutations dans les relations entre l'Etat et l'agriculture ainsi qu'entre l'agriculture et la société rendent indispensable un repositionnement de la recherche agronomique. Confrontés aux défis alimentaires régionaux, environnementaux, économiques et sociaux, les pays en développement doivent répondre à des questions complexes et globales, qui impliquent de nouvelles attitudes et méthodes d'approche de la part des scientifiques engagés dans la recherche agronomique. Ainsi, les menaces qui pèsent sur l'environnement imposent de passer d'une exploitation, souvent minière et dégradante, des écosystèmes à une gestion durable, efficace et conservatoire, des ressources naturelles renouvelables, fondée sur la coviabilité des dynamiques agroécologiques et socio-économiques locales (Griffon et Weber, 1995). Face à l'accélération des transformations agraires et à la montée des incertitudes de tout genre au sein des exploitations agricoles et de leur environnement, des thèmes tels que gestion des risques, flexibilité, diversité, voire multifonctionnalité en agriculture ont de plus en plus droit de cité. L'accroissement de la complexité des situations agricoles rend plus que jamais nécessaire une meilleure intégration des connaissances entre disciplines et échelles d'approche des phénomènes (Paillotin *et al.*, 1999). Par delà les solutions techniques et en complément de celles-ci, la recherche agronomique doit dorénavant proposer des modèles de développement alternatifs durables. Ceux-ci ne pourront être élaborés que dans le cadre d'un continuum d'activités à construire, qui associera plusieurs domaines scientifiques et visera explicitement à l'intégration des connaissances pour l'action.

L'agronomie : délimitation du champ scientifique, définition, interface avec les sciences humaines pour contribuer au développement local

« Le mot agronomie, qui dérive de deux racines grecques signifiant champ et loi, peut désigner, dans l'usage courant, une partie ou la totalité des sciences appliquées à l'agriculture » (Hénin et Sébillotte, 1996). Cette citation nous donne une définition au sens large de l'agronomie. C'est le sens du « a » des acronymes Cirad (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement), Inra (Institut national de la recherche agronomique) et Ensa (Ecole nationale supérieure agronomique). Nous en donnerons ici une acception plus étroite, considérant les sciences visant à l'amélioration (génome) et à la santé des plantes comme des disciplines ou des corps de disciplines ne faisant pas partie de l'agronomie au sens strict, bien qu'entretenant des liens privilégiés avec elle. De même, les sciences humaines, économiques et sociales ayant l'agriculture ou les communautés rurales pour objet (sociologie, économie, ethnologie, anthropologie) ou la zootechnie, dont l'objet d'étude est l'animal ou le troupeau, ne s'inscrivent pas dans une agronomie au sens strict. Nous montrerons néanmoins la nécessité de reconstruire un continuum logique entre ces différents domaines scientifiques, dans une perspective d'appui au développement.

En fait, l'agronomie peut se définir comme une **écologie appliquée** (Hénin *et al.*, 1969 ; Manichon, 1996) : appliquée car elle est dédiée à l'étude du fonctionnement des écosystèmes cultivés et parce qu'elle se situe dans une perspective d'action pour la recherche de solutions aux problèmes des agriculteurs. D'emblée, et sans développer ici les aspects épistémologiques qui définissent l'agronomie en tant que science, ni son autonomie et ses rapports avec les disciplines qui s'y rattachent ou entretiennent des rapports avec elle, nous pouvons affirmer que l'agronomie poursuit un double objectif : la production de connaissances sur le fonctionnement des écosystèmes cultivés et l'utilisation de ces connaissances pour l'action, par les acteurs qui vivent de ces écosystèmes¹.

Discipline de synthèse, l'agronomie s'appuie sur les connaissances d'autres disciplines qui abordent le végétal (génétique, physiologie, botanique...), le milieu physique (hydrologie, climatologie, science du sol...) et leurs interactions (bioclimatologie, écologie...), elle les intègre (Manichon, 1996) et interagit aussi nécessairement avec les sciences humaines (gestion, économie, sociologie, anthropologie) et la géographie.

Discipline pour l'action, l'agronomie participe à la construction de la demande sociale, prend en compte les situations complexes du réel dans leur globalité et, inversement, replace toute connaissance produite dans le réel, dans l'élaboration de synthèses opérationnelles (Sébillotte, 1996).

L'impact des pratiques des agents (individuels ou collectifs) sur le foncier et les paysages débouchent souvent sur des enjeux majeurs pour le développement local (phénomènes de déforestation, de dégradation des terres, de désertification, d'appropriation des communs...). Cela oblige à prendre en compte, dans l'analyse des pratiques, **des échelles d'espaces** (parcelle, exploitation, petite région) **et de temps** (cycle cultural, cycle « familial », séries chronologiques de systèmes agraires) **emboîtées et complémentaires**, afin de comprendre les situations complexes actuelles pour agir sur la production et la transformation des paysages. Les tâches de l'agronome s'inscrivent donc à ce niveau dans une démarche de gestion durable d'écosystèmes plus ou moins artificialisés et multifonctionnels.

Cette démarche est aussi nécessaire pour appréhender correctement à la fois l'enracinement des pratiques et des représentations d'acteurs, prises dans leur diversité à l'échelle des terroirs, mais aussi leurs dynamiques, dont la genèse et le mode de diffusion des innovations. L'analyse des pratiques vise à élaborer un ensemble de connaissances indispensables à l'agronome (au sens large) pour qu'il soit capable de participer efficacement à la construction de la demande sociale en recherche agronomique. Cela pour ensuite accompagner les évolutions décidées par les acteurs, négociées au rythme qu'ils auront choisi et dans l'intérêt du plus grand nombre, afin de pouvoir pratiquer un conseil de gestion pertinent et une aide à la décision renseignée et ciblée.

Ce type d'analyse des pratiques, savoirs et savoir-faire des agriculteurs doit s'appuyer sur une démarche interdisciplinaire « réconciliatrice », avec les sciences animales et forestières, mais aussi, et surtout, avec les sciences humaines. Elle peut être structurée par l'approche systémique des modes d'artificialisation et d'exploitation des écosystèmes cultivés, pris comme systèmes ouverts (sur le non-agricole strict) de gestion des ressources naturelles en relation avec un système social local. Elle implique de prendre effectivement en compte les pratiques individuelles et collectives de maîtrise du foncier, du capital, de la gestion de la main-d'œuvre et leur mise en perspective dans les réseaux sociaux.

1. La zootechnie connaît également cette dialectique entre connaissance et action (Landais et Bonnemaire, 1996).

Produire des connaissances sur le fonctionnement des agrosystèmes, modéliser les interactions entre techniques, plantes et milieu pour construire et tester avec les agriculteurs du Sud des itinéraires techniques, des systèmes de culture et agraires (voir définitions ci-dessous) innovants et adaptés aux exigences et aux objectifs de plus en plus variés des producteurs et des consommateurs dans le cadre d'une agriculture durable, tels sont les objectifs d'une agronomie pour le développement des régions chaudes.

Les enjeux et les concepts scientifiques

Pendant longtemps, l'idée qu'il y avait une et une seule bonne manière de cultiver les plantes, celle qui visait au rendement maximal, a été largement répandue dans la communauté des agronomes, qu'ils travaillent au contact et au service des agricultures du Nord ou de celles du Sud ; elle l'est parfois encore de nos jours. La mise au point de paquets techniques, recettes normatives, standard et intangibles, diffusables pour tous à l'intérieur d'une région a ainsi longtemps guidé le travail des agronomes. Dans les années 70, ce schéma opératoire, qui atteignait ses limites, a été remis en cause. La mise au point des concepts d'**itinéraire technique** (Sébillotte, 1978), de **système de culture** (Sébillotte, 1990) appliqués au **champ cultivé**, de **système de production** (Capillon, 1993) et de **système agraire** (Mazoyer et Roudard, 1997) ont permis d'élaborer un nouveau cadre théorique pour l'agronome, de nouvelles méthodologies de recherche ainsi que de nouveaux outils et des formes d'intervention renouvelées.

De par son caractère structurant sur les plans biologique, physique et social, dans la majorité des situations agricoles du monde, le **champ cultivé** revêt un caractère intégrateur et structurant pour la discipline, même si, nous le verrons, d'autres échelles doivent aussi être considérées. Dans la hiérarchie des systèmes en interaction, ces échelles seront d'ordre inférieur (peuplement, plante, organe, agrégat terreaux...) ou supérieur (exploitation agricole, bassin versant ou de collecte, terroir, région...). Pour développer notre proposition, nous considérons le champ cultivé selon deux points de vue, en fonction du statut accordé au fait technique (Gras *et al.*, 1989 ; Biarnès et Milleville, 1998). Le premier point de vue vise à comprendre le fonctionnement de l'écosystème cultivé, c'est-à-dire les relations entre le milieu physique et le peuplement sous l'effet des pratiques agricoles dès lors considérées comme variables explicatives. Le second point de vue considère le champ cultivé comme un système piloté dans un cadre de contraintes et d'opportunités, internes et externes à l'exploitation, d'ordre agronomique, social ou économique (Sébillotte, 1987). Dans ce cas, les pratiques agricoles doivent être considérées comme variables à expliquer ou à optimiser selon un jeu de contraintes et d'opportunités, à l'échelle de l'exploitation agricole familiale au sens large, du bassin de collecte du produit concerné ou du terroir villageois (Capillon et Caneill, 1988).

Nous pensons que le continuum recherché peut reposer théoriquement sur la mise en œuvre, l'articulation et le développement des quatre concepts clés suivants.

Le concept d'**itinéraire technique** a été défini comme une combinaison logique et ordonnée de techniques qui permet de contrôler le milieu et d'en tirer une production végétale donnée (Sébillotte, 1974 ; 1978). Les techniques successivement appliquées à un champ cultivé modifient les états du milieu et du peuplement selon un ensemble d'interactions complexes qui suivent les règles biophysiques du fonctionnement de l'écosystème. Mais nous devons également considérer que l'itinéraire technique s'intègre dans un cadre de contraintes, d'opportunités et d'objectifs d'un autre ordre, celui du système de production et celui de la filière ou du « pays » (par rapport aux règlements, contrats territoriaux...). Les deux angles de vue, complémentaires, seront donc à considérer.

Le **système de culture**, sous-ensemble du système de production, est généralement défini, pour une surface de terrain conduite de manière homogène, par les cultures mises en place (y compris le choix du matériel végétal), avec leur ordre de succession et les itinéraires techniques mis en œuvre pour chacune d'entre elles par les agriculteurs pour atteindre leurs objectifs. Au-delà de l'écosystème lui-même, c'est la manière dont sont cultivées les parcelles qui est considérée, l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles traitées de manière identique (Sébillotte, 1990).

Le **système de production** assimile l'exploitation agricole familiale au sens large à un système finalisé par les objectifs de la famille, confronté à un ensemble de contraintes et d'opportunités internes et externes. Le fonctionnement de l'exploitation est alors considéré comme « un enchaînement de prises de décisions dans un ensemble de contraintes, en vue d'atteindre un ou plusieurs objectifs qui régissent des processus de production et que l'on peut caractériser par des flux divers (monnaie, matières, information, travail), au sein de l'exploitation, d'une part, entre elle et l'extérieur, d'autre part » (Capillon et Sébillotte, 1980).

Enfin, le **système agraire** comme outil intellectuel permet d'appréhender la complexité des situations agricoles et de rendre compte à grands traits des transformations historiques et de la différenciation géographique en agriculture. Analyser et concevoir en terme de système agraire l'agriculture pratiquée à un moment et en un lieu donnés consiste à y distinguer deux sous-systèmes principaux, l'écosystème cultivé et le système social productif, à étudier l'organisation et le fonctionnement de chacun d'entre eux ainsi que leurs relations (Mazoyer et Roudart, 1997).

La validité de ces concepts pour les agricultures tropicales

L'agronomie est passée, grâce au développement de nouveaux concepts, d'une « science des localités » à une science « devant fournir des réponses localisées ». D'une façon générale, l'histoire institutionnelle de l'agronomie française a longtemps éloigné les agronomes travaillant sous les tropiques des agronomes de la métropole. Moins affectés par les effets de la révolution agricole contemporaine simplificatrice, les systèmes de production des pays du Sud sont souvent plus complexes que ceux du Nord. Cependant, même si les spécificités des différents milieux ne doivent pas être ignorées, il faut aujourd'hui reconnaître l'existence de concepts et de méthodes en agronomie dont le champ de validité et d'application n'est pas restreint à une zone agroécologique, à un milieu donné, et qui peuvent s'appliquer à l'ensemble des écosystèmes cultivés. Leur application et leur développement dans le cadre des agricultures du Sud constituent même un formidable enjeu pour les chercheurs ingénieurs agronomes.

Si le milieu biophysique et les agriculteurs des régions tropicales se distinguent nettement par leurs caractéristiques particulières de ceux des pays du Nord, la diversité des modes de fonctionnement des écosystèmes et des sociétés rurales n'est pas un obstacle rédhibitoire à l'utilisation des mêmes outils, méthodes et concepts en agronomie. Ainsi, l'identité du champ cultivé doit, dans certains cas, être redéfinie : la forte hétérogénéité du milieu, mais aussi et surtout la variabilité du traitement technique de la parcelle, parfois en fonction de logiques de décision différentes selon les acteurs, les associations de cultures et les fortes interactions agriculture-élevage recherchées conduisent parfois à repréciser cette entité dans les milieux tropicaux, notamment en petit paysannat (Milleville, 1972). Le champ cultivé reste néanmoins un niveau structurant essentiel de l'agriculture des régions tropicales. De la même façon, les contours, la structure et le mode de fonctionnement de l'unité de production agricole familiale sont parfois à reconsidérer dans certaines sociétés rurales.

La forte variabilité spatiale et temporelle de la pluviosité et une relative stabilité de la température et de son amplitude opposent les climats tropicaux aux climats tempérés. Ces caractéristiques déterminent des conditions de croissance des plantes et de milieu différentes de celles des milieux tempérés : forte activité biologique du sol, rapide minéralisation de la matière organique, risque accru d'érosion et de lessivage des éléments minéraux, croissance accélérée des plantes cultivées et des adventices, possibilité de conduire plusieurs cultures successives dans l'année. Si les demandes sociales, les problèmes posés et les priorités de recherche comme les cahiers des charges pour les conduire sont généralement très différents, les méthodologies d'analyse peuvent être similaires pour aborder des questions de nature comparable sur le plan du questionnement scientifique.

Même si certaines espèces végétales cultivées en milieu tempéré sont originaires des tropiques et connaissent une large aire de répartition (maïs, riz, tomate...), la plupart des espèces cultivées sont adaptées à un milieu spécifique (hévée, cocotier, bananier, ananas, canne à sucre, arachide, pour ne citer que quelques exemples) et restent cantonnées aux régions chaudes. Les systèmes de culture associant simultanément plusieurs plantes sur la même parcelle sont beaucoup plus fréquents dans les zones tropicales, sous leurs différentes formes (annuelles entre elles comme dans le cas de nombreux systèmes vivriers, annuelles-pérennes, pérennes-pérennes). Les mécanismes physiologiques qui président à la croissance et au développement des plantes n'en restent pas moins identiques, quelle que soit la zone agroécologique — photosynthèse, élaboration du nombre d'organes reproducteurs, répartition des assimilats, réponses aux stress... —, de même que les lois d'action des facteurs du milieu — interception du rayonnement, somme de degré-jours, lois de dilution des éléments minéraux, bilans hydriques... Les méthodes utilisées pour quantifier ces différents processus ne sont pas inféodées à un milieu particulier. L'outil méthodologique utilisé doit s'adapter à la question posée et à l'échelle de travail, rarement à un milieu spécifique.

Si le concept de système de culture a d'abord été utilisé dans le cadre des agricultures du Nord, son adaptation et son intérêt pour appréhender les agricultures tropicales ont aussi été mis en évidence. Le système de culture constitue un concept opérationnel pour l'agronome afin d'aborder la diversité des agricultures du Sud, même si les processus de décision et les règles de fonctionnement au sein des unités de production et des communautés rurales du Sud ainsi que leurs grands déterminants macroéconomiques sont souvent éloignés des modes de fonctionnement des exploitations agricoles des agricultures du Nord (Pichot, 1996). Les modes de décision et les finalités socio-économiques des systèmes de culture au sein des exploitations dépendent largement de facteurs économiques, sociaux, politiques et culturels. Cela doit être pris en compte dans la caractérisation du jeu de contraintes et d'opportunités.

Si l'on accepte la validité des concepts, les questions posées à la recherche seront, en revanche, généralement différentes selon que l'on s'adresse aux agricultures du Sud ou à celles du Nord. La sécurité alimentaire reste ainsi un enjeu de premier ordre dans nombre de régions tropicales, et la capacité d'évolution des systèmes de culture est souvent plus limitée dans ces régions, pour des raisons économiques, sociales, politiques et culturelles. En zone tropicale, les phénomènes de dégradation de l'environnement dans les agrosystèmes peuvent aussi être très rapides et difficiles à inverser. Il faut ainsi se garder de schémas simplistes ou l'on regrouperait des problématiques liées à des systèmes très productifs, mais polluants, au Nord et des systèmes peu productifs, mais également dégradants pour le milieu, au Sud. La globalisation des marchés et de l'information, la pression démographique, la sensibilité de l'environnement aux dégradations obligent à un regard renouvelé sur les systèmes de culture, quels qu'ils soient, et à la mise au point

de nouvelles méthodes de recherche permettant d'accompagner de manière plus rapide et plus efficace les changements qui s'accélèrent. Face à cette accélération, le savoir empirique, l'expérimentation classique et l'expérience paysanne ne suffisent plus.

Trois domaines scientifiques complémentaires

L'agronomie, écologie appliquée aux écosystèmes cultivés, étudie les rapports entre le milieu et les peuplements cultivés, sous l'action des techniques appliquées par les producteurs. Elle ne considère pas seulement les techniques, mais les pratiques, c'est-à-dire les techniques mises en œuvre par les producteurs dans un contexte économique et social défini par un jeu de contraintes, d'opportunités et d'objectifs à atteindre. Trois domaines de recherche agronomique complémentaires peuvent être définis, qui structurent la démarche de l'agronome (Manichon, 1996).

L'évolution des états du milieu au sein des écosystèmes cultivés

La gestion durable des agrosystèmes constitue une préoccupation majeure et pérenne de l'agronome, inhérente à l'histoire de l'agriculture et au processus de mise en valeur et d'exploitation du milieu par l'homme. La connaissance des processus qui régissent l'évolution des états du milieu, sous l'action combinée des itinéraires techniques, du climat et des peuplements végétaux, constitue donc une base fondamentale pour l'évaluation de la durabilité des écosystèmes cultivés, qui doit être appréhendée à différentes échelles de temps et d'espace. Il s'agira aussi d'étudier et de modéliser les processus de transfert et de transformation des différents constituants du sol, dans la perspective d'établir, sur une base raisonnée, des itinéraires techniques respectueux de l'environnement. Le profil cultural (Hénin *et al.*, 1969 ; Manichon, 1982) constitue une variable privilégiée, à l'échelle du champ cultivé, de ce premier domaine de recherche, centré sur les **états du milieu**.

Le fonctionnement des peuplements végétaux au sein des écosystèmes cultivés

Pour déterminer le ou les itinéraires techniques les mieux adaptés aux systèmes de culture et aux contraintes du milieu, il est nécessaire de comprendre les interactions entre états du milieu et états du peuplement au cours de son processus de croissance et de développement. Comprendre le fonctionnement des peuplements végétaux cultivés et l'élaboration du rendement des cultures (Combe et Picard, 1994) en réponse au milieu constitue donc un objectif prioritaire de l'agronome, qui permettra ensuite de construire des itinéraires techniques sur une base raisonnée. Cela passe par un approfondissement des connaissances physiologiques et écophysiologiques du fonctionnement des peuplements végétaux en réponse aux contraintes du milieu et par leur mise en relation sous forme de modèles. Ces modèles devront fournir les bases du raisonnement des interventions culturales permettant d'estimer la qualité et la quantité des récoltes et de simuler les bilans environnementaux. Ils devront s'appliquer à l'échelle du cycle cultural ou à l'échelle du système de culture, en prenant en compte les effets cumulatifs. Le **peuplement végétal** constitue l'objet principal de ce domaine de recherche ; il sera considéré à la fois comme une entité physique et comme une collection de plantes interagissant dans le cadre d'un système de culture.

La gestion des écosystèmes cultivés

Les décisions techniques prises à l'échelle du champ cultivé résultent d'un ensemble de contraintes, d'opportunités et d'objectifs propres des agriculteurs dans l'environnement physique, économique, social et culturel où ils agissent. L'identification, la caractérisation

et l'amélioration des règles de décision qui régissent la construction des itinéraires techniques, le choix des systèmes de culture et le fonctionnement global des exploitations agricoles familiales constituent un troisième domaine de la recherche agronomique. D'autres échelles que celle de l'exploitation agricole familiale doivent pouvoir être considérées : comprendre et optimiser les faits techniques reposent souvent sur la prise en compte des relations entre des acteurs multiples, à l'intérieur et à l'extérieur des unités de production, selon des dynamiques de mise en valeur collective d'espaces (périmètres irrigués, par exemple) ou en fonction des contraintes d'une filière de production (cahier des charges). Pris dans leur diversité régionale, **les agents et leurs pratiques**, dont l'agronome vise à accompagner les changements, constituent l'objet de ce troisième domaine de recherche.

Comme pour la parcelle cultivée, où les modèles d'élaboration du rendement doivent être complétés par des modèles de changement d'états du milieu de la culture, pour les pratiques, des agriculteurs et des autres agents, une double modélisation est requise : celle de l'exploitation agricole prise dans sa globalité (y compris ses activités et fonctions non directement productives) ainsi que celle de la diversité des situations à l'échelon régional (Landaï et Deffontaines, 1989).

Dans les systèmes agraires du Sud, l'analyse des pratiques sous l'angle de cette double modélisation est d'autant plus nécessaire que les situations étudiées y sont plus complexes que dans les pays industrialisés : fréquence des associations de cultures (annuelles-pérennes, agroforestières), types de relation agriculture-élevage-forêt (encore vivaces ou à réactiver), présence de plusieurs centres décisionnels au sein d'une unité de production, différenciation croissante entre exploitations familiales au sein d'une même petite région.

Les méthodes et les outils

Discipline de synthèse pour l'action, l'agronomie doit accompagner les projets des agriculteurs en produisant, proposant et évaluant des innovations techniques ou des outils de gestion adaptés aux exigences agronomiques, économiques et sociales des paysans, mais également d'autres acteurs. Chacun des trois domaines définis y contribue de façon complémentaire. La compréhension des effets de certains actes techniques sur les états du milieu, sur la production et sur l'environnement peut aujourd'hui s'appuyer sur des modèles de simulation du fonctionnement des cultures (Bouman *et al.*, 1996) dont certains existent, plus ou moins développés et validés, pour des espèces cultivées en zone tropicale. A l'échelle du village et de la région, le développement des techniques de zonages (Sig), la mise en relation de la diversité des itinéraires techniques et des systèmes de culture avec celle des fonctionnements d'exploitations agricoles de plus en plus différenciées et la construction de typologies (Capillon, 1993) permettent une prise en compte efficiente du jeu de contraintes et d'opportunités auquel sont confrontés les agriculteurs. Ces outils ont maintes fois au cours des dix dernières années montré leur pertinence en zone tropicale. Le concept de modèle d'action a donné un cadre théorique à l'analyse des prises de décision de l'agriculteur au sein de l'exploitation agricole (Papy *et al.*, 1988). Plus récemment, l'importance croissante de la **qualité** dans le processus de production végétale a conduit à créer de nouvelles méthodes pour mettre au point des itinéraires techniques qui satisfassent aux exigences de la filière (Caneill et Le Bail, 1995 ; Loyce, 1998). Enfin, au-delà des exploitations, les systèmes de culture doivent être **spatialisés** et analysés dans l'espace régional où ils interagissent. Ainsi, la représentation des flux biophysiques et leur modélisation seront étudiées à cette échelle afin d'aider la prise de décisions et le choix de pratiques chez les différents groupes d'acteurs qui vivent de et dans cet espace et le transforment.

Dans le prolongement des travaux de l'agronome dans les domaines scientifiques décrits ci-dessus figure l'approche systémique plus englobante de la recherche pour le développement régional. Cette approche écorégionale vise à poser sur une zone géographique donnée un diagnostic de situation, alimenté par des points de vue complémentaires et partagé entre les chercheurs et les principaux acteurs du développement rural local (Manichon, 1995 ; Lhoste *et al.*, 1998). C'est sur cette base que peuvent ensuite être programmés et élaborés de véritables projets d'accompagnement des dynamiques paysannes mises au jour, afin d'en améliorer les performances au bénéfice du plus grand nombre et selon un cahier des charges négocié avec les utilisateurs finaux des travaux de recherche à conduire.

Références bibliographiques

Biarnès A., Milleville P., 1998. Du fonctionnement de l'agrosystème aux déterminants des choix techniques. *In* : La conduite du champ cultivé : points de vue d'agronomes. Paris, France, Orstom, p. 13-24.

Bouman B.A.M., Van Keulen H., Van Laar H.H., Rabbinge R., 1996. The School of de Wit, crop growth simulation models: a pedigree and historical overview. *Agricultural Systems*, 52 : 171-198.

Caneill J., Le Bail M., 1995. Contribution de l'agronome à la gestion d'un bassin d'approvisionnement. *In* : Agroalimentaire : une économie de la qualité, F. Nicolas et E. Valceschini (éd.). Paris, France, Inra-Economica, p. 391-399.

Capillon A., 1993. Typologie des exploitations agricoles : contribution à l'étude régionale des problèmes techniques. Thèse, Ina-pg, Paris, France, 359 p.

Capillon A., Caneill J., 1988. Du champ cultivé aux unités de production : un itinéraire obligé pour l'agronome. *Cahiers des sciences humaines*, 23 : 409-420.

Capillon A., Sébillotte M., 1980. Etude des systèmes de production des exploitations agricoles : une typologie. *In* : Caribbean seminar on farming systems research methodology, J. Servant et A. Pinchinat (éd.), Pointe-à-Pitre, p. 85-111.

Combe L., Picard D., 1994. Elaboration du rendement des principales cultures annuelles. Paris, France, Inra, 191 p.

Gras R., Benoît M., Deffontaines J.P., Duru M., Lafarge M., Langlet A., Osty P.L., 1989. Le fait technique en agronomie : activité agricole, concepts et méthodes d'étude. Paris, France, Inra-L'Harmattan, 184 p.

Griffon M., Weber J., 1995. La révolution doublement verte : économie et institutions. *In* : Vers une révolution doublement verte, séminaire Futuroscope, Poitiers, 8-9 novembre 1995, p. 120-126.

Hénin S., Gras R., Monnier G., 1969. Le profil cultural : l'état physique du sol et ses conséquences agronomiques. Paris, France, Masson, 332 p.

Hénin S., Sébillotte M., 1996. Agronomie. *In* : Encyclopedia universalis, p. 618-622.

Landais E., Bonnemaire J., 1996. La zootechnie, art ou science ? Entre nature et société, l'histoire exemplaire d'une discipline finalisée. *Courrier de l'environnement de l'Inra*, n° 27.

Landais E., Deffontaines D., 1989. Les pratiques des agriculteurs : point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. *Etudes rurales*, 109 : 125-158.

Lhoste P., Tonneau J.P., Trébuil G., 1998. Recherche écorégionale et développement régional : enjeux, démarche et outils. *Cahiers de la recherche-développement*, n° 45 : 7-36.

Loyce C., 1998. Mise au point d'itinéraires techniques pour un cahier des charges multicritère : le cas de la production de blé éthanol en Champagne crayeuse. Thèse, Ina-pg, Paris, France, 196 p.

Manichon H., 1982. Influence des systèmes de culture sur le profil cultural : élaboration d'une méthode de diagnostic basée sur l'observation morphologique. Thèse, Ina-pg, Paris, France, 214 p.

- Manichon H., 1995. L'écorégionalité dans la recherche pour le développement : propositions de la recherche française. Montpellier, France, Cirad, Notes et documents n° 22, 34 p. (français et anglais).
- Manichon H., 1996. L'agronomie au Ca : analyse et propositions. Montpellier, France, Cirad, 73 p. (document interne).
- Mazoyer M., Roudard L., 1997. Histoire des agricultures du monde. Paris, France, Seuil, 531 p.
- Milleville P., 1972. Approche agronomique de la notion de parcelle en milieu traditionnel africain : la parcelle d'arachide en moyenne Casamance. Cahiers Orstom, série biologie, 17 : 23-37.
- Paillotin G., Landais E., Savini I., 1999. Nos nouvelles responsabilités face aux incertitudes du futur. *In* : Jardin planétaire, Chambéry, France, mars 1999.
- Papy F., Attonaty J.M., Laporte C., Soler L.G., 1988. Work organisation simulation as a basis of farm management advice. *Agricultural Systems*, 27 : 295-314.
- Pichot J., 1996. Diversité des systèmes de culture intertropicaux : un défi pour l'action. *Cahiers agricultures*, 5 : 445-449.
- Sébillotte M., 1974. Agronomie et agriculture : essai d'analyse des tâches de l'agronome. *Cahiers Orstom, série biologie*, 24 : 3-25.
- Sébillotte M., 1978. Itinéraires techniques et évolution de la pensée agronomique. *Comptes rendus de l'Académie d'agriculture de France*, 64 : 906-915.
- Sébillotte M., 1987. Du champ cultivé aux pratiques des agriculteurs : réflexions sur l'agronomie actuelle. *Comptes rendus de l'Académie d'agriculture de France*, 73 : 69-81.
- Sébillotte M., 1990. Système de culture, un concept opératoire pour les agronomes. *In* : Les systèmes de cultures, L. Combe et D. Picard (éd.). Paris, France, Inra.
- Sébillotte M., 1996. Les mondes de l'agriculture : une recherche pour demain. Paris, France, Inra, *Sciences en questions*, 258 p.

Éléments d'analyse sur l'évolution des recherches en agronomie

Eric Malézieux, Guy Trébuil et Marie De Lattre

Une grille d'analyse en construction

Pour faciliter la synthèse et faire ressortir les continuités et les changements, une grille d'analyse a été réalisée pour trois périodes :

- le passé, jusqu'au milieu des années 80 ;
- le présent, du milieu des années 80 à aujourd'hui ;
- l'avenir, jusqu'à 2010.

Cette grille indique les points suivants.

- Le contexte général de la période : ce sont les tendances majeures de l'environnement du Cirad sur lesquelles il ne peut rien faire mais qu'il doit prendre en compte. Pour les périodes passées, ce contexte est connu. Pour l'avenir, des hypothèses pourraient être émises, mais nous pensons que les tendances actuelles sont fortes et, dans le cadre de ce travail, nous avons préféré ne pas faire plusieurs hypothèses d'évolution et nous limiter aux tendances.
- Les enjeux du développement pour l'agriculture des pays du Sud : ce sont les objectifs généraux des recherches, qu'elles soient menées au Cirad ou dans d'autres organismes.
- Les objets de recherche et les thématiques au Cirad : pour les périodes passées et présentes, ces objets et thématiques sont la synthèse de ce qui s'est fait dans tous les départements du Cirad. L'approche était ici disciplinaire. Pour les périodes passées et présentes, l'analyse a été réalisée sur six domaines scientifiques : l'économie, la sociologie et la géographie (Mes), la production et la santé animale (Mipa), la défense des cultures (Midéc), l'amélioration des plantes (Micap), l'agronomie (Ager) et la technologie (Mitech). Le champ des mathématiques et de l'informatique appliquées (Mia) ne figurait pas explicitement pour les périodes passées et présentes où il intervenait surtout en deuxième niveau pour des objectifs de recherche définis par ailleurs. Chaque champ disciplinaire menait ses recherches assez indépendamment des autres, même s'il existait des collaborations. Seule l'analyse correspondant au champ de la délégation Ager est reproduite dans le tableau 1. Dans l'avenir, chaque champ disciplinaire va continuer à mener des recherches dans son domaine strict. Des recherches sur le même type d'outil vont aussi être conduites par plusieurs champs. La grande différence avec les périodes précédentes réside dans le fait que tous les champs disciplinaires vont souvent devoir aborder ensemble une même question, renforçant ainsi l'interdisciplinarité et la transdisciplinarité. Le champ des mathématiques et de l'informatique appliquées va jouer un rôle extrêmement important. Le Cirad devra à la fois mener des recherches en mathématiques et en informatique appliquées, et utiliser les outils de ces disciplines pour traiter et intégrer les données provenant de plusieurs autres champs disciplinaires.
- Les paradigmes dominants : ce sont les concepts généraux qui ont influencé le choix des méthodes et des outils de recherche et les priorités de recherche.

La comparaison des trois périodes permet de faire ressortir schématiquement les changements et d'aider à identifier les thématiques d'avenir.

Tableau 1. Enjeux passés et présents, priorités de recherche et thématiques dans le champ disciplinaire Ager au Cirad.

ANNÉES 80

Contexte jusque dans les années 80

- Pays nouvellement indépendants, mais continuité par rapport à la période précédente, nationalisation, animation rurale, aide aux pays en développement

Enjeux du développement agricole des pays du Sud

- Amélioration de la productivité des plantes et des animaux, autosuffisance alimentaire, révolution verte

Paradigmes dominants

- Produire plus
- Transfert de technologie
- Analyse systémique et structuralisme (systèmes de production et systèmes agraires)

Objets de recherche et thématiques du Cirad

- Augmentation de la productivité physique (hausse des rendements à l'hectare) avec l'utilisation accrue des intrants (engrais, pesticides) et de l'irrigation et le développement de la mécanisation
 - Recommandations techniques standards pour augmenter la productivité
 - Début de la modélisation du fonctionnement des plantes
 - Evaluation économique et financière des techniques proposées, évaluation de la rentabilité des innovations techniques (questionnement des agronomes)
 - Analyse des systèmes de production et des systèmes agraires, recherche-développement, zonage et typologie pour étudier le fonctionnement et la diversité des exploitations agricoles
-

ANNÉES 90

Contexte des années 90

- Mondialisation, libéralisation, privatisation, déclin de l'aide aux pays en développement, environnement
- Chute des prix des produits tropicaux, croissance démographique, pression foncière, urbanisation

Enjeux du développement agricole des pays du Sud

- Compétitivité, sécurité alimentaire, révolution doublement verte, lutte contre la pauvreté

Paradigmes dominants

- Produire mieux et plus durablement
- Prise en compte des objectifs différenciés des agriculteurs et des impacts de la production sur l'environnement
- Prise en compte de l'acteur

Objets de recherches et thématiques du Cirad

- Optimisation de la productivité physique avec une efficacité accrue des intrants
 - Recherche sur l'élaboration de la qualité des produits
 - Développement des modèles de fonctionnement des peuplements végétaux, début du développement des modèles intégrés (eau-sol-plante-parasite)
 - Début des recherches pluridisciplinaires sur la gestion des terroirs et des travaux sur la construction de modèles intégrateurs
 - Etude des conditions d'adoption des innovations (étude des systèmes de production, sociologie de l'innovation et modélisation du fonctionnement des exploitations)
 - Analyse des conditions d'émergence et des modalités de fonctionnement des organisations de producteurs (sociologie des organisations et analyse stratégique)
 - Gestion des ressources naturelles renouvelables (modélisation multiagents)
 - Spatialisation des modes d'exploitation agricole du milieu (système d'information géographique, télédétection)
-

Années 2000

Contexte et grandes tendances d'ici 2010

- Décentralisation, concentration industrielle, urbanisation, croissance démographique, globalisation et spécialisation régionale, privatisation et nouvelles relations public-privé, technologies de communication, maîtrise et appropriation du vivant, biotechnologies, accroissement de la résolution des capteurs, grandes conventions internationales, raréfaction des ressources, règles d'accès, formalisation mathématique du vivant, rapprochements recherche-université

Enjeux du développement agricole des pays du Sud

- Sécurité et sûreté alimentaires, durabilité et multifonctionnalité de l'agriculture, lutte contre la pauvreté, avantage concurrentiel et valeur ajoutée

Paradigmes dominants

- Aide à la décision, transdisciplinarité

Objets de recherche et thématiques dans le champ Ager

- Caractérisation et modélisation de l'évolution des systèmes écologiques et de leurs composants sous l'action combinée des itinéraires techniques, du climat, des peuplements végétaux (y compris compréhension de l'élaboration du rendement et de la qualité) et impact des intrants sur l'environnement et la qualité des produits
- Conception de systèmes de culture innovants
- Construction d'outils d'aide à la décision

Objets de recherche et thématiques pour des recherches interdisciplinaires

- Gestion intégrée des ressources naturelles
 - Atmosphère, carbone, climat
 - Modélisation de la séquestration du carbone en fonction des écosystèmes et des pratiques agricoles, pastorales et sylvicoles
 - Gestion des espaces, de la biodiversité et de l'eau, conservation et réhabilitation des sols
 - Systèmes de production intégrée
 - Dynamique et transformation des paysages
 - Outils d'extrapolation sociale et spatiale
 - Impact des systèmes de culture et de leur agencement spatial sur l'environnement (érosion, devenir des intrants)
 - Gestion des produits résiduels
 - Analyse des processus locaux de négociation entre acteurs et du comportement des agents
 - Modèles d'aide à la coordination et à la négociation et analyse des processus de négociation
 - Méthodes de recherche-intervention
 - Développement local et territorialité
 - Modélisation multi-usages des systèmes complexes multiacteurs, modélisation multiagents
 - Modélisation informatique et intelligence artificielle
- Sécurité et sûreté alimentaire
 - Analyse des risques, traçabilité
 - Gestion des organismes génétiquement modifiés dans les écosystèmes cultivés
 - Appellations, labellisations, *branding*
 - Qualité sanitaire des produits (en relation avec le milieu et les pratiques), contrôle de qualité
 - Dispositifs de coordination
 - Epidémiologie, surveillance
 - Pratiques culturelles dans le cadre de la lutte intégrée

Stockage, conservation, transformation

- Elaboration au champ des caractéristiques de la qualité
- Dispositifs de coordination

Réglementation

- Cahier des charges, contrats territoriaux, politiques de protection et leurs implications dans la conduite des systèmes de culture
- Aide à la préparation et suivi des négociations
- Processus d'élaboration de normes et de standards

- Construction d'avantages concurrentiels

Productivité des facteurs

- Maximisation de l'efficacité de l'utilisation des intrants
- Amélioration de la productivité du travail
- Processus d'innovation

Différenciation des produits

- Itinéraires techniques et cahiers des charges pour de nouveaux produits et de nouvelles manières de produire
- Terroirs et qualité
- Processus d'innovation
- Dispositifs de coordination verticale
- Système productif localisé

- Diffusion des résultats de recherche, appropriation par les utilisateurs

- Méthodes pour l'apprentissage individuel et collectif
 - Métabases de données
 - Bases de connaissances
 - Nouvelles méthodes de communication et de vulgarisation
-

La conférence électronique Ager sur l'agronomie au Cirad : principaux apports et propositions

Synthèse des débats (4 octobre-19 novembre 1999)

rédigée par Guy Trébuil, Eric Malézieux et Isabelle Guinet

Les grands enjeux, l'adaptation au contexte et les priorités

Les enjeux du développement auxquels rattacher notre stratégie de recherche agronomique

Les agronomes du Cirad sont conscients que la définition des enjeux auxquels rattacher leur activité n'est pas de leur seul ressort, ils pensent néanmoins qu'il est important d'avoir une vision collective de ces enjeux, qui gravitent, selon eux, autour des grandes questions suivantes :

- éliminer la pauvreté grâce à une meilleure sécurité alimentaire, notamment à l'échelon régional, en prenant mieux en compte les contextes sociaux, économiques et politiques ;
- créer les conditions locales pour des agricultures durables et intégrées au marché, en s'appuyant sur les pratiques et les expériences paysannes existantes ;
- faire émerger des formes plus efficaces d'organisation et de coordination des échanges et des acteurs, notamment avec les consommateurs, à tous les niveaux d'organisation (du local au global), aussi bien autour de questions liées à la production que de questions environnementales.

Il semble qu'il y ait généralement concordance entre les demandes des partenaires et l'importance que les agronomes du Cirad accordent à la sécurité alimentaire. En revanche, l'enjeu lié à la durabilité de la production agricole est souvent jugé moins prioritaire à court et à moyen termes par certains de nos partenaires.

L'influence des changements du contexte sur notre stratégie de recherche

Les participants à la conférence souhaitent, dans leur majorité, une plus grande ouverture des travaux agrotechniques et agroécologiques aux conditions sociales, économiques et politiques, généralement déterminantes dans les agricultures du Sud. Les innovations conçues et mises au point pour ces agricultures doivent s'insérer dans le contexte socio-économique afin que leur impact soit maximal. L'intégration interdisciplinaire est ainsi proposée comme un axe majeur de structuration et d'organisation du travail : les agronomes plaident pour un travail en équipes interdisciplinaires, constituées autour de problèmes concrets, sur des terrains communs au Sud.

Ils soulignent également la nécessité de promouvoir une agronomie qui, capable d'articuler et de capitaliser les savoirs de plusieurs disciplines (agrophysiologie, pédologie, climatologie, protection des cultures...), tout en offrant des interfaces actives avec les sciences sociales, soit en mesure de procéder à sa propre production scientifique.

Face à la complexité grandissante des situations agraires concrètes et à la diversité de nos partenaires et de leurs demandes, les agronomes jugent qu'il est important de programmer nos travaux dans un sens qui favorise la production de « solutions » diversifiées, adaptées aux pratiques existantes et évolutives grâce à une recherche-action accompagnant les dynamiques agricoles en cours.

Dans nombre de situations concrètes, la recherche agronomique ne joue plus le premier rôle dans les processus d'innovation sur les exploitations agricoles. Cela implique

d'adapter certaines méthodes de travail, afin de passer d'une recherche agronomique pour les agriculteurs, le plus souvent réalisée en milieu dit « maîtrisé » ou contrôlé, à une recherche agronomique avec les agriculteurs, devenus eux-mêmes expérimentateurs.

Dans un tel contexte, les activités de suivi et d'évaluation des innovations agronomiques doivent être renforcées, ainsi que l'utilisation des nouvelles technologies de l'information et de la communication, comme les bases de données et de connaissances et les systèmes d'information. La conférence montre qu'il y a sûrement place ici pour un approfondissement du débat et que des actions de formation peuvent être proposées afin de favoriser l'appropriation par les agronomes du Cirad de nouvelles approches, méthodes et outils dans ce domaine.

La diversité des profils des agronomes rattachés à la délégation Ager, qui autorise à parler de l'agronomie « au pluriel », est considérée comme un atout considérable face à la diversification des partenariats et des demandes. Mais la diminution du nombre d'agronomes expatriés œuvrant sur des terrains au Sud inquiète car elle tend à fragiliser cet avantage comparatif, et la relative raréfaction des terrains où des actions de longue durée, dépassant la vie d'un simple projet, peuvent être engagées est considérée comme une tendance défavorable.

Quelles devraient être les priorités en recherche agronomique ?

Malgré cette diversité des profils, un consensus semble se dégager, qui confirme le rôle de pivot joué par le concept de système de culture, précisément défini, dans la structuration, la programmation et l'affichage de nos travaux en agronomie. Nombre de participants souhaitent privilégier la construction de systèmes de culture durables, mais productifs et rentables, conservateurs du potentiel de production des terres, mais facilitant aussi la diversification agricole et l'intégration au marché.

L'approche généralement proposée consiste à placer l'agriculteur, ses atouts et ses contraintes, ses objectifs et sa stratégie (les risques écologique et économique tolérés, l'optimisation plutôt que la maximisation de la productivité des facteurs rares, la moindre pénibilité du travail...) ainsi que son environnement au cœur des préoccupations des agronomes.

Entre l'approche qui consiste à créer et à proposer de nouveaux systèmes de culture améliorant la valorisation des ressources du milieu biophysique et celle qui préconise un diagnostic préalable des déterminants des pratiques des agriculteurs, les participants à la conférence prônent une attitude conciliatrice afin que l'entreprise puisse favoriser les enrichissements mutuels entre ces deux démarches. A la diversité des situations agricoles concrètes et des besoins prioritaires exprimés doit correspondre une gamme variée de thèmes et d'approches adaptés.

Au-delà des nécessaires travaux de diagnostics, les agronomes estiment aussi qu'il est important de développer les travaux du Cirad sur les processus de gestion collective de filières ou de ressources. Les formes d'organisation et d'aide à la décision et à la négociation entre acteurs doivent être développées au moyen de méthodes les impliquant directement, afin de faire émerger avec eux des alternatives à la gestion exclusive par les lois du marché. A ces niveaux d'organisation, la complexité croissante des systèmes et le déplacement fréquent des questions clés du domaine technique vers les problématiques socio-économiques conduisent de plus en plus les agronomes à se positionner en tant que facilitateurs de l'émergence d'arrangements innovants entre partenaires de plus en plus variés dont ils accompagneraient les projets et évolutions.

La structuration du champ scientifique Ager et les contenus des différents domaines

Le chapitre « Pour un continuum de l'agronomie au développement local » propose une structuration en trois domaines complémentaires : l'évolution des états du milieu, le fonctionnement des peuplements végétaux et la gestion des écosystèmes cultivés.

Cette structuration est-elle opérationnelle pour le Cirad ?

Dans l'ensemble, les participants à la conférence considèrent que ce texte formalise bien les niveaux d'étude complémentaires nécessaires pour une agronomie opérationnelle en milieu tropical. Ils soulignent toutefois qu'il est indispensable de demeurer critique face au maniement, dans les situations agraires du Sud, de concepts et d'approches initialement construits et développés pour les agricultures du Nord et souvent dans le cadre d'institutions aux mandats très différents de celui du Cirad.

Dans leur majorité, les intervenants jugent que l'agrophysiologie, considérée comme l'étude du fonctionnement des plantes au sein de la parcelle cultivée, fait effectivement bien partie des disciplines sur lesquelles le Cirad, de par son mandat, doit aussi travailler. Mais ces travaux doivent être étroitement liés aux travaux conduits aux échelles supérieures ainsi qu'aux questions clés posées par le développement et issues des diagnostics préliminaires, afin d'éviter les possibles dérives mentionnées par certains participants.

Bien qu'elle constitue une échelle clé pour le travail d'analyse de l'agronome, la parcelle ne peut suffire dans une perspective de recherche-action. La sole cultivée permet déjà de mieux prendre en compte les problèmes liés au travail et à sa productivité.

Quelles nouvelles questions scientifiques émergent aux échelles de la plante, du peuplement végétal et de la parcelle cultivée ?

Les progrès dans le domaine des connaissances écophysiologiques sur le fonctionnement des plantes, liés aux acquis récents en matière de modélisation architecturale, ouvrent de nouvelles voies de recherche. A une autre échelle, l'analyse intégrée du champ cultivé et de ses différentes composantes et leur modélisation dans une perspective d'aide à la décision constituent un enjeu scientifique.

Pour répondre à ces nouvelles questions, il est indispensable de perfectionner nos méthodes et nos outils de recherche. Ainsi, les agronomes souhaitent, dès l'échelon du système de culture, une meilleure intégration interdisciplinaire des connaissances, afin d'être en mesure de mieux définir et analyser l'objet de recherche, pour être ensuite plus efficaces dans l'action en proposant des « solutions » plus facilement appropriables par les producteurs. Ils déplorent l'absence d'une synthèse de référence sur les conditions d'adoption des innovations en matière de systèmes de culture par les agriculteurs, qui puisse jouer le rôle de théorie unifiée rassemblant l'ensemble des points de vue.

Les nouvelles spéculations, la problématique de la qualité des produits dans les conditions tropicales et les fonctions non productives de la production agricole, notamment en matière environnementale (pollutions, stockage de carbone), conduisent également à l'émergence de nouvelles questions de recherche.

Et quels nouveaux outils développer pour répondre à ces questions ?

L'objectif est toujours de construire des représentations ou des simplifications de la diversité, afin de l'analyser, puis de restituer des « solutions ». Outils de diagnostic, modélisation, expérimentation, aide à la décision y participent.

Concernant les différents types de modélisation disponibles, un débat intense oppose les tenants d'une approche plutôt cognitive ou générique à ceux qui préconisent une démarche tournée vers la résolution de problèmes concrets et ciblés, à différentes échelles (élaboration d'un produit, conduite d'une parcelle cultivée, conduite de l'exploitation agricole prise dans sa globalité, conduite de systèmes de gestion collective). Dépassant ces fractures, quelques interventions montrent de manière convaincante comment, loin d'éloigner du terrain, la modélisation peut se greffer de façon fort pertinente sur les activités qui y sont menées afin de mieux comprendre et évaluer les effets de facteurs limitants et d'explorer sous la forme d'une « nouvelle méthode expérimentale » des propositions d'alternatives aux pratiques actuelles. Les opinions convergent pour que les différents modèles mobilisés aboutissent à des outils d'aide à la décision ou à la négociation, utiles aux acteurs partenaires de nos interventions.

Enfin, la modélisation se pose en approche à privilégier pour intégrer les résultats des différents domaines scientifiques du champ agronomique. Face à l'importance du thème et à la nécessité de clarifier la terminologie et d'explicitier la gamme de méthodes disponibles aux différents niveaux d'organisation privilégiés par les agronomes, plusieurs participants expriment le souhait légitime de voir approfondir le débat sur la modélisation en agronomie au Cirad, ultérieurement et sous une autre forme (journées de formation). La relative faiblesse des forces du Cirad dans des domaines connexes jugés essentiels pour le futur, comme l'informatique et les mathématiques appliquées, est soulignée, de même que l'importance du maintien de forces suffisantes en physiologie et en bioclimatologie, indispensables pour afficher une activité crédible en modélisation.

Quelles nouvelles questions scientifiques émergent aux échelles de l'exploitation agricole, du terroir et de la région ?

De nouvelles questions scientifiques émergent, qui sont liées à la complexité croissante des situations agraires au Sud, à la multiplicité des acteurs et à la nécessité pour les scientifiques de travailler ensemble et de mener une recherche-développement intégrée.

C'est à ces échelles supérieures d'organisation que la gestion intégrée des ressources naturelles (Inrm), une thématique montante sur le plan international qui peut servir à structurer le travail des agronomes, doit être raisonnée. Cette gestion intégrée impose de prendre en compte de nouvelles préoccupations, notamment environnementales, devenues aujourd'hui incontournables, que les agronomes doivent intégrer dans leurs cahiers des charges. Elle implique aussi une forte pratique de l'interdisciplinarité avec les écologues, les zootechniciens, les forestiers, les géographes et les chercheurs en sciences sociales. L'agronome est en position favorable pour coordonner de telles équipes.

L'intégration interdisciplinaire, fortement souhaitée, devrait, selon les intervenants, être construite à partir de problèmes locaux de développement qui répondent à une demande sociale, au sein de projets de terrain dans lesquels la collecte des données nécessaires, l'analyse de l'information et son utilisation seraient gérées de manière collégiale au sein d'équipes interdisciplinaires de « chercheurs développeurs » capables d'engendrer de fortes synergies entre leurs membres. La construction du pôle « agriculture durable et environnement » à la Réunion est ainsi vue par certains comme l'occasion pour le Cirad de mettre en pratique les principes et les critères de la gestion intégrée des ressources naturelles.

Pour les niveaux d'organisation de l'exploitation agricole, de la région et même de la zone agroécologique, les interventions de la conférence suggèrent que l'intégration des connaissances conduise à des représentations simplifiées des réalités agricoles, ainsi qu'à

la constitution d'une « agronomie du paysage » qui caractérise efficacement le fonctionnement et les interactions de ces entités pertinentes pour l'agronome, plus englobantes que la parcelle cultivée.

La gestion des écosystèmes cultivés, au-delà des exploitations agricoles familiales, doit aussi favoriser la conduite de travaux dans le cadre d'entreprises agro-industrielles ou d'organisations collectives autour d'une ressource ou encore d'un espace aux règles de gestion différentes. Elle doit également ménager des interfaces de collaboration scientifique plus actives que par le passé avec les écosystèmes non cultivés, notamment forestiers et pastoraux.

Et quels nouveaux outils développer pour répondre à ces questions ?

Il est nécessaire de perfectionner et d'élargir notre utilisation, encore trop timide, des systèmes d'information géographique (Sig). Et ce, tant dans le cadre d'activités de zonage des milieux lors de diagnostics, que pour le raisonnement de la diffusion des innovations ou encore comme outil d'exploration afin de donner naissance à de nouvelles hypothèses.

La télédétection, qui a pu décevoir les utilisateurs durant ces deux dernières décennies, pourrait maintenant proposer, en association avec les Sig pour limiter les confusions d'objets et analyser la structure des paysages, de nouveaux services à l'agronome : imagerie radar diminuant l'obstacle de la nébulosité, hyperspectral permettant de mieux classer les états de surface, amélioration de la résolution spatiale permettant d'accéder à la variation intraparcellaire, à la structure des peuplements végétaux, aux infrastructures, à la fourniture de certaines variables surfaciques difficilement accessibles par ailleurs. Ces deux outils sont considérés comme essentiels pour construire des représentations simplifiées de la réalité complexe.

Il semble aussi que le Cirad soit quelque peu en retard dans le domaine du couplage des Sig avec d'autres modèles, comme les modèles biophysiques, mais aussi avec ceux qui intègrent les dynamiques socio-économiques. Les travaux existant dans ce domaine devraient pouvoir être renforcés. Ainsi le couplage Sig-systèmes multiagents favorisera la production d'outils qui assureront aux acteurs un apprentissage plus facile et les aideront à négocier ; l'importance de ces outils est d'ailleurs soulignée par plusieurs intervenants.

La constitution de bases de données disponibles et de systèmes d'information canalisant les connaissances agronomiques pour les acheminer vers les acteurs sur leurs exploitations et vers les gestionnaires de leurs organisations est aussi jugée comme une activité en plein développement. Elle contribue au processus d'innovation. Elle est porteuse d'une nouvelle forme de relations entre la recherche agronomique et ses clients. Elle permet de capitaliser les résultats acquis. Les forces du Cirad dans ce domaine semblent être faibles par rapport aux besoins à couvrir.

La pluriactivité de l'agronome au Cirad

La combinaison des activités de recherche, de développement, de formation et d'animation

L'importance relative des activités de recherche, de développement, de formation et d'animation et, par conséquent, le profil de l'agronome évoluent sensiblement tout au long de sa carrière au Cirad, et parfois même rapidement durant le cycle d'un même projet. Selon les profils recueillis sur un échantillon réduit, il semble que la situation la plus fréquente soit l'association d'activités de recherche et de développement, le profil de « développeur » sans activité de recherche étant devenu rare.

Les intervenants insistent souvent sur le fait qu'il est difficile de séparer les deux activités dominantes, de recherche et de développement, ce qui tend à confirmer que leurs activités sont bien dans le champ de la recherche agronomique finalisée et ont dorénavant fortement marqué l'approche recherche-développement développée ces vingt dernières années. Plusieurs agronomes affirment que cette association constitue un avantage essentiel pour l'entreprise et garantit la pertinence de ses travaux face aux enjeux du développement et aux demandes prioritaires de ses partenaires. Elle conduit à un produit final différent de ceux qui sont proposés par d'autres institutions intervenant dans le domaine de l'agronomie tropicale.

Le cadre institutionnel dans lequel les agronomes travaillent en partenariat avec Sud leur impose souvent des tâches de formation, d'animation d'équipes et d'administration, qui peuvent s'avérer très prenantes à certaines étapes des projets. Mais cette pluriactivité de l'agronome du Cirad est aussi parfois très motivante.

Les difficultés rencontrées pour combiner ces activités

Ces sollicitations multiples nuisent à la valorisation des résultats agronomiques obtenus, notamment sous la forme de publications scientifiques. Il existe pourtant des supports de publications adaptés, certes surtout en langue anglaise, pour les travaux de terrain. Mais le temps, l'incitation par le mode d'évaluation de l'activité et, peut-être, la formation à cet exercice, qui permettrait de produire des projets d'articles correctement formatés, semblent trop souvent faire défaut.

Le remède préconisé par plusieurs intervenants consiste à donner le « temps de l'action » aux agronomes afin que leurs actions puissent avoir un impact sur le développement, que les concepts et approches nouvelles puissent pénétrer profondément les pratiques des partenaires du Sud et que la valorisation des acquis puisse être mieux réalisée. Le travail en équipe est, là encore, considéré comme une évolution souhaitable afin de gérer plus efficacement les demandes variées des partenaires.

Comment améliorer la valorisation des résultats ?

L'animation scientifique et la constitution de réelles équipes peuvent sans doute améliorer le dialogue entre les agents qui travaillent sur des problématiques proches. Mais ménager de vraies périodes de valorisation des résultats — calmes, suffisamment longues, sans doute en métropole auprès des programmes d'appui scientifique — reste indispensable pour voir les pratiques de publication, encore insuffisantes chez bon nombre d'agronomes du Cirad, se développer.

Des synthèses sur des thèmes clés ou sur des expériences longues pouvant donner lieu à une évaluation critique pourraient être commandées à certains agents bien placés pour les produire, seuls ou en réseau. Ces synthèses permettraient de capitaliser des connaissances importantes, accumulées dans des supports qui souvent ne dépassent pas le statut de littérature grise. De telles synthèses documenteraient autant les succès enregistrés que les leçons tirées des échecs rencontrés.

L'activité de formation

Jusqu'où s'impliquer dans la formation des agriculteurs ?

Même si le métier de chercheur est bien différent du métier d'enseignant ou de formateur, la plupart des agronomes du Cirad pensent que la formation des agriculteurs les concerne. Ils estiment en effet que la transmission de leurs résultats, notamment par la

production écrite, fait partie de leur travail de chercheur dans le cadre d'une responsabilité collective de l'usage qui peut être fait des travaux de recherche. Et ce d'autant plus que le contexte général actuel incite à un nécessaire resserrement des relations entre le chercheur et le grand public, au moment où les systèmes classiques de vulgarisation agricole craquent, se délitent et disparaissent en bon nombre d'endroits.

La mise au point de méthodes et d'outils favorisant l'apprentissage rapide des producteurs semble être la voie à privilégier et à développer. L'expérimentation participative et l'élaboration de modules pour des formations dispensées avec les instituts techniques, les organisations professionnelles ou les organisations non gouvernementales sont à encourager.

Comment améliorer notre impact dans la formation supérieure des cadres du Sud ?

Les agronomes sont plus souvent que par le passé sollicités pour des formations supérieures des étudiants au Nord et des cadres nationaux au Sud. Pour cette activité reconnue dans le mandat de l'entreprise, ils pensent généralement que la priorité doit aller aux activités de formation à la recherche par la recherche, généralement par l'encadrement de Dea ou de thèses. Ils soulignent également qu'il est nécessaire d'améliorer les conditions dans lesquelles les étudiants et les stagiaires étrangers sont accueillis.

Ils voient aussi dans cet engagement plus fort dans les formations supérieures une voie prometteuse de diversification de leur partenariat, mais aussi un moyen d'accès à de nouvelles ressources. L'accroissement récent des affectations d'agents dans les universités du Sud, où ils peuvent prendre en charge des modules de formation d'étudiants articulés avec des stages pratiques sur leurs terrains et travailler à la formation continue de leurs partenaires enseignants chercheurs locaux, est ici perçu comme une tendance positive. Par ailleurs, beaucoup reste à faire pour resserrer les liens avec les universités européennes et dans les Dom-Tom, en particulier.

L'affichage des compétences du Cirad (modalités, expériences) mérite d'être développé sur les grands sites Internet de l'agronomie, tant en français qu'en anglais.

Mieux intégrer les partenaires du Sud aux unités mixtes de recherche

Généralement, les agronomes du Cirad estiment que la création des unités mixtes de recherche est un processus qui va dans le bon sens, mais qui n'intègre pas aisément et pas de façon suffisamment valorisante (au-delà de « terrains associés ») nos partenaires universitaires du Sud. Ils souhaitent que les futures unités mixtes de recherche puissent accueillir des professeurs du Sud pour des séjours de spécialisation ou de perfectionnement et qu'en retour les professeurs affectés dans des unités mixtes de recherche puissent œuvrer sur des terrains du Sud.

S'il est souhaitable d'entretenir des relations privilégiées avec les instituts et les écoles supérieures agronomiques, il est aussi indispensable d'opérer un rapprochement avec les universités du Nord, notamment avec celles qui travaillent déjà en conditions tropicales. Il serait d'ailleurs utile de dresser un bilan des actions menées au Sud par les universités du Nord.

L'animation scientifique

De nombreux agents apprécient le fait que cette première conférence électronique leur ait donné l'occasion de mieux connaître les autres agronomes du Cirad et leurs activités. Ils souhaitent poursuivre dans cette voie et approfondir certains des débats de fond

engagés durant l'exercice. Ils pensent que l'entreprise doit investir plus dans ce domaine, d'autant plus que le champ Ager actuel a des interactions avec presque toutes les autres délégations scientifiques du Cirad.

Ils espèrent voir émerger un cadre non hiérarchique d'échange scientifique interne, structuré, mais plutôt selon des mécanismes ascendants, transversaux ou obliques. Il peut s'agir de formations communes d'agronomes de différents programmes et départements, qui ont peu l'occasion de se rencontrer et d'échanger leurs expériences, ou encore d'ateliers, de symposiums ou de débats électroniques, correctement structurés et modérés, qu'il est aujourd'hui possible de réaliser grâce à la diffusion rapide des nouvelles techniques de communication. Bien conçus, ils peuvent constituer des outils adaptés à la situation particulière des délégations scientifiques du Cirad dont les agents sont dispersés sur de nombreux sites éloignés. Ces activités ont aussi l'avantage de pouvoir plus aisément émerger à partir de demandes exprimées depuis les terrains.

Les agents considèrent qu'en général les moyens mis actuellement à leur disposition leur permettent d'accéder à l'information scientifique dont ils ont besoin. Ils demandent, cependant, que des progrès soient réalisés en ce qui concerne l'accès à une information plus sélective, afin d'éviter la saturation, et la formation sur des thèmes importants pour leur activité. Une « gazette agronomie » ou, mieux, un site de la délégation Ager sur l'intranet du Cirad périodiquement actualisé devrait pouvoir, entre autres fonctions, répondre à cette dernière demande.

Les agronomes souhaitent également que soit renforcé l'appui à la publication des résultats sous la forme d'articles scientifiques et que soient dégagées des ressources afin de produire des documents de synthèse sur les démarches, les méthodes et les outils adaptés à leurs activités.

Les demandes exprimées en matière d'animation scientifique impliquent que l'entreprise affecte plus de ressources à cette activité, que le partage des tâches soit mieux défini et que la coordination entre les délégations scientifiques, les directions des affaires scientifiques des départements et les programmes d'appui scientifique soit améliorée.

Caractérisation et répartition des effectifs du champ Ager

Eric Malézieux, Guy Trébuil et Sandrine Renoir

Les agents du Cirad sont répartis en sept délégations scientifiques (les cadres exerçant des fonctions administratives ayant été regroupés dans une huitième catégorie) et près de 300 cadres scientifiques sont rattachés à la délégation Ager. Répartis dans les différents départements, ils relèvent de disciplines différentes, dont les définitions et les contours sont soumis à des évolutions. Le logiciel Atlantis, qui a servi pour cette étude, utilise un classement par discipline figé mais qui donne une idée néanmoins assez précise de la répartition. De la même manière, l'activité de chaque chercheur est associée à une rubrique unique. Cette classification est bien sûr discutable, ancienne, et demanderait certainement à être révisée pour répondre à nos nouveaux besoins. Nous la reproduisons cependant ici, faute d'avoir conçu et utilisé une nouvelle classification.

L'objectif de ce chapitre est de proposer une photographie des agents rattachés à la délégation, sous différentes facettes (département, discipline, activité, localisation géographique, âge...). Il en résulte une vision plus précise, quantifiée, d'une certaine réalité de nos effectifs.

Les délégations

La délégation Ager regroupe 273 chercheurs et constitue donc la délégation scientifique la plus importante du point de vue des effectifs (figure 1).

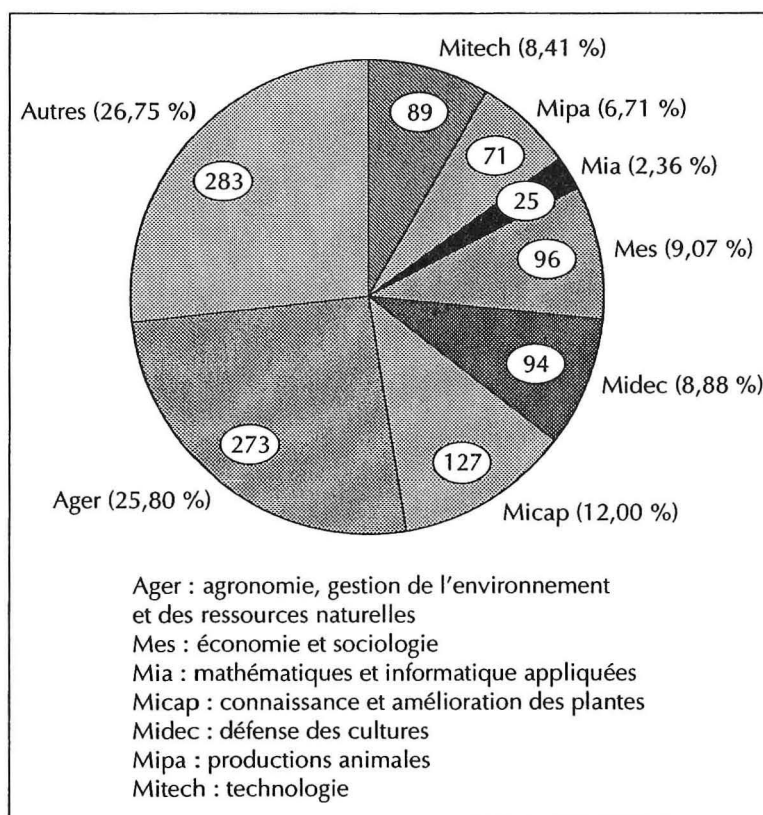


Figure 1. Répartition des chercheurs du Cirad par champ disciplinaire.

Les effectifs dans les départements

Présents dans tous les départements, les agents relevant de la délégation Ager sont particulièrement nombreux dans le département des cultures annuelles (Ca) : près de 70 agents, soit un quart du total des agents Ager. Entre 35 et 45 agents Ager sont présents dans les départements des productions fruitières et horticoles (Flhor), des cultures pérennes (Cp), territoires, environnement et acteurs (Tera), amélioration des méthodes pour l'innovation scientifique (Amis) et des forêts (Forêt) (figure 2).

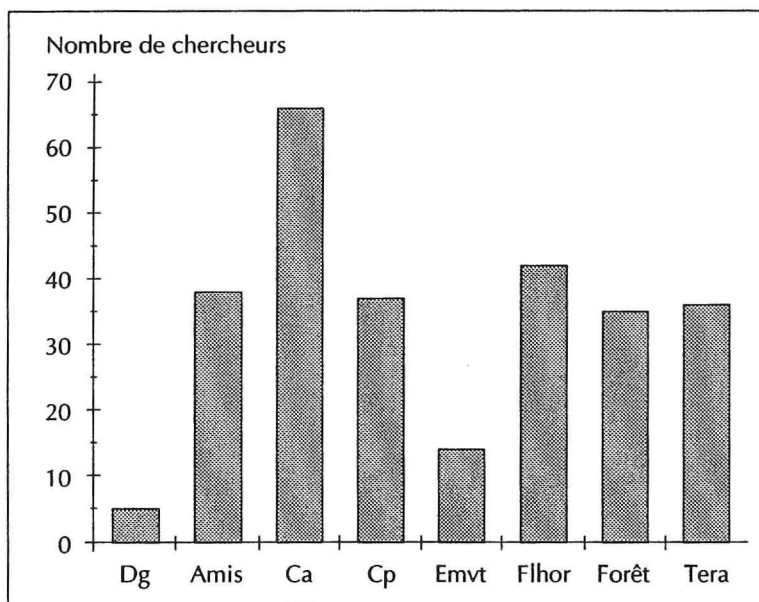


Figure 2. Répartition des chercheurs Ager dans les départements.

La délégation Ager dans les départements

Avec 25 % à 35 % d'agents dans chaque département, la représentation du champ Ager est assez bien équilibrée. Elle est la plus élevée dans les départements Ca, Forêt, Flhor et Tera. Le département d'élevage et de médecine vétérinaire (Emvt) ne dispose toutefois que de 15 % d'agents relevant du champ Ager dans ses effectifs (figure 3).

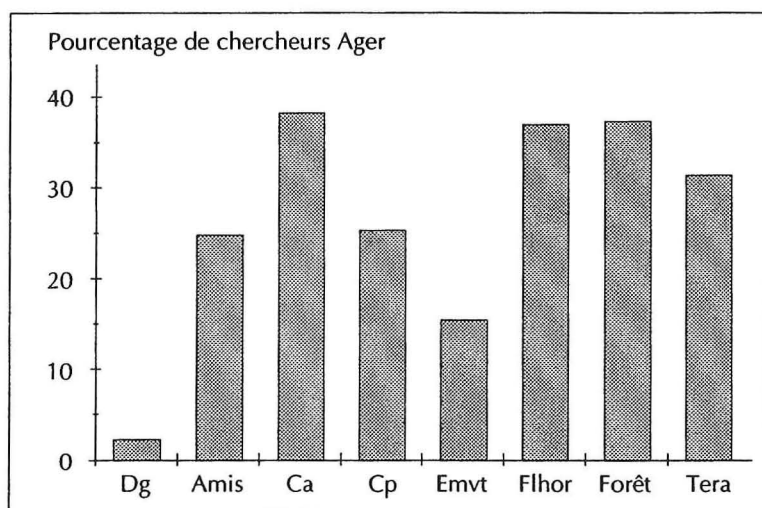
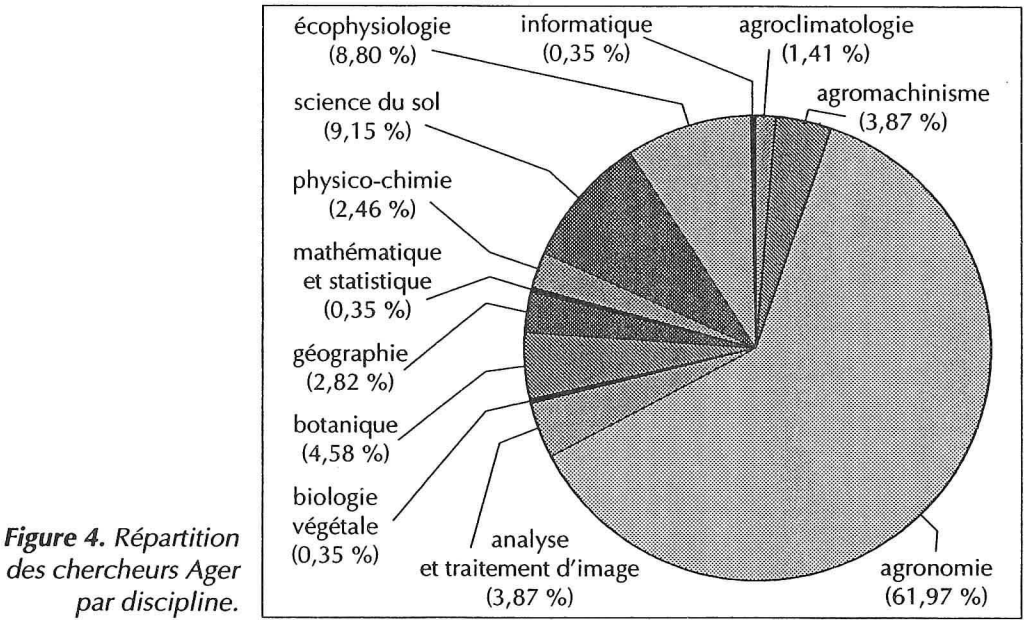


Figure 3. Représentation du champ Ager dans chaque département.

Diversité des disciplines et des agronomes Ager

Près de 62 % des agents Ager sont classés dans le champ « agronomie ». Les autres disciplines n'excèdent pas 10 % des effectifs. D'où la nécessité de mieux définir la spécificité scientifique des agronomes et de structurer ce domaine ! (figure 4)



Répartition des disciplines dans les départements

On relève une présence plus marquée des disciplines d'amont dans le département Amis, ce qui ne surprend pas. En revanche, l'exclusivité de certains départements par rapport à quelques disciplines est notable : l'agroclimatologie au Ca, la géographie à l'Emvt, à Tera et à Forêt (figure 5).

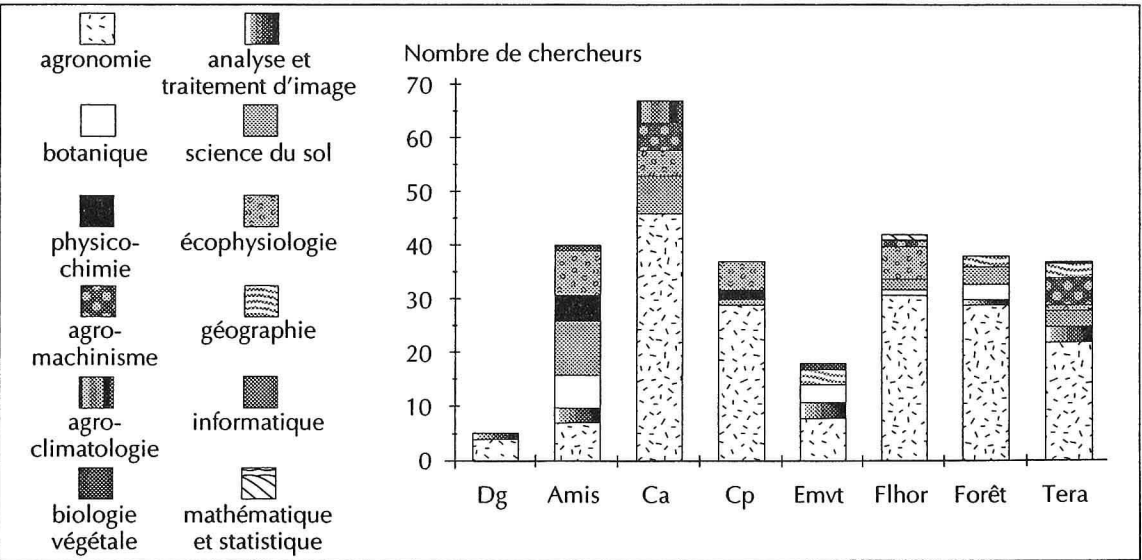


Figure 5. Répartition des chercheurs Ager par département selon les disciplines.

Qui sont les agents nouvellement arrivés ?

Si le contingent d'agronomes semble se maintenir, on note depuis 1990 un recrutement légèrement plus important en écophysiologie, en botanique et en géographie (figure 6).

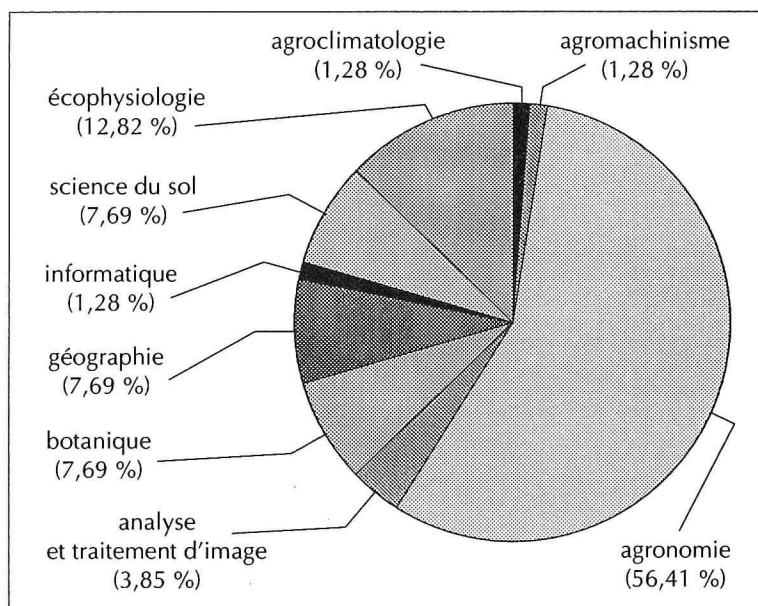


Figure 6. Répartition des chercheurs Ager par discipline pour les agents arrivés depuis le 1^{er} janvier 1990.

Les activités des chercheurs Ager

Avec près d'un tiers des effectifs, l'amélioration des systèmes de culture est un domaine phare de l'agronomie au Cirad. Les activités relatives au fonctionnement des couverts végétaux, des sols cultivés et des exploitations, qui regroupent un autre tiers des agents, sont également importantes. Mais à l'heure de l'intégration des connaissances, 6 % d'ensemblers analyseurs de systèmes agraires et ruraux suffiront-ils ? (figure 7).

Où sont-ils ?

Près de 44 % des agents Ager sont en métropole et 16 % dans les Dom-Tom (figure 8), mais il existe de fortes disparités entre les départements.

Beaucoup d'agents Ager du département Amis sont, logiquement, à Montpellier, c'est aussi le cas pour l'Emvt. Le département Flhor a, au contraire, très peu d'agents en France, il est fortement présent dans les Dom-Tom (figure 9).

Le département Ca est le plus « africain » et le moins « océanien » des départements, le Flhor le plus « américain » et le Cp le plus « asiatique ». Mais les Dom font partie de l'Amérique, pour les Antilles et la Guyane, et de l'Afrique, pour la Réunion (figure 10).

Les départements Flhor et Ca sont les plus présents dans les Dom, tandis que les départements Forêt et Emvt dominent en Guyane (figure 11).

Avec plus de 60 % des agents Ager affectés outre-mer en poste en Afrique, la place de ce continent demeure prépondérante. Les contingents en Asie (en fait dans la sous-région d'Asie du Sud-Est) et en Amérique (surtout du Sud) s'équilibrent avec 13 % des effectifs, juste devant l'Océanie (figure 12).

Figure 7. Répartition des chercheurs Ager par activité.

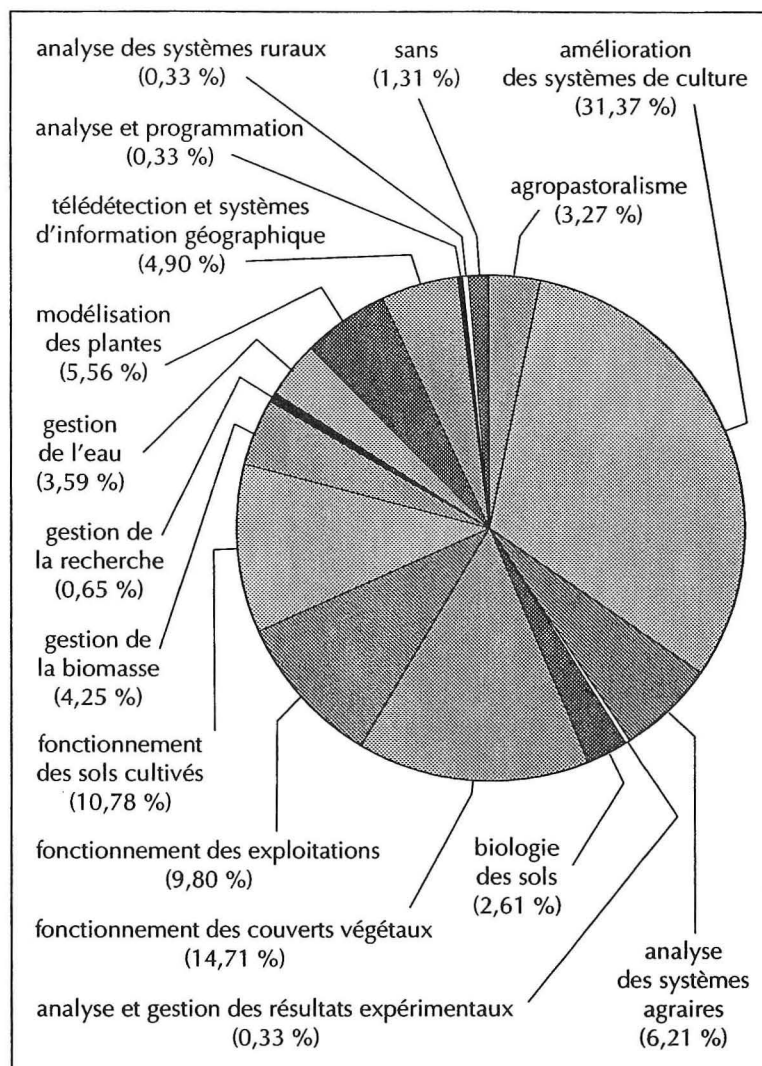
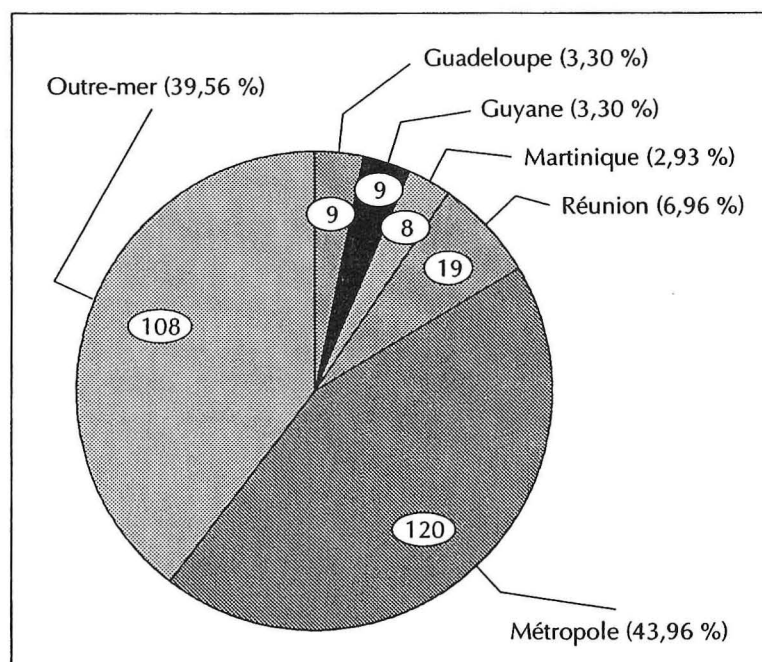


Figure 8. Répartition géographique des chercheurs Ager.



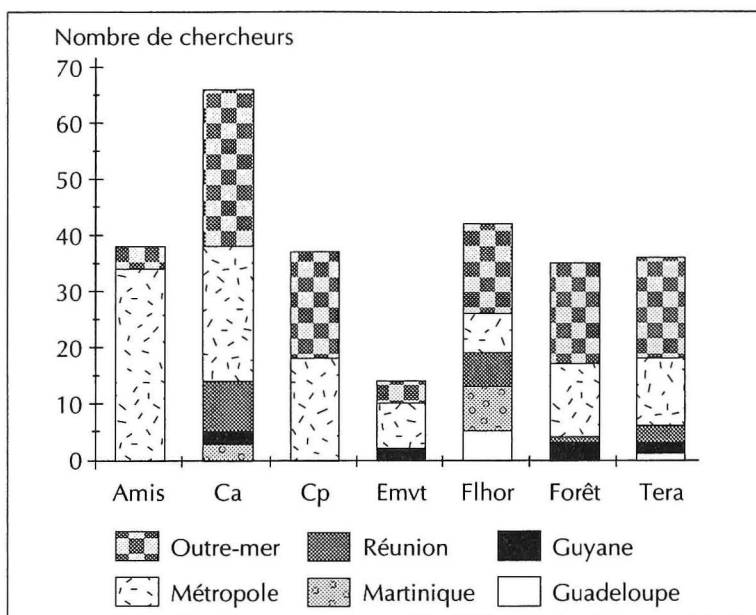


Figure 9. Répartition géographique des chercheurs Ager par département.

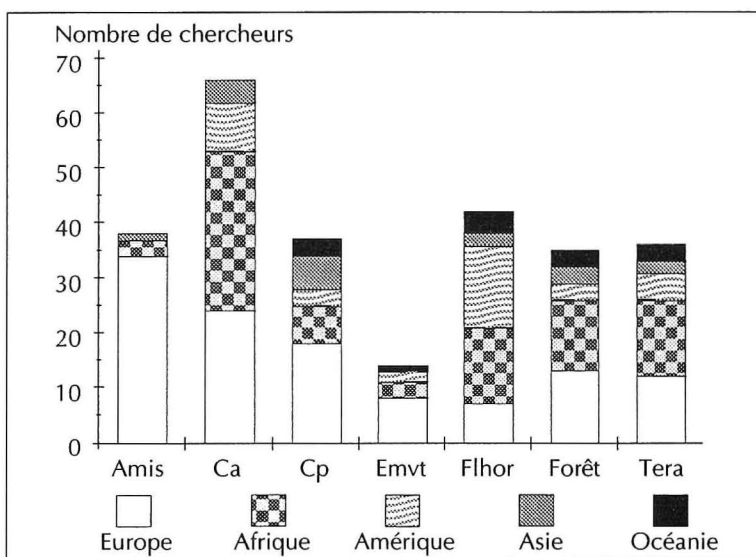


Figure 10. Répartition des chercheurs Ager par continent.

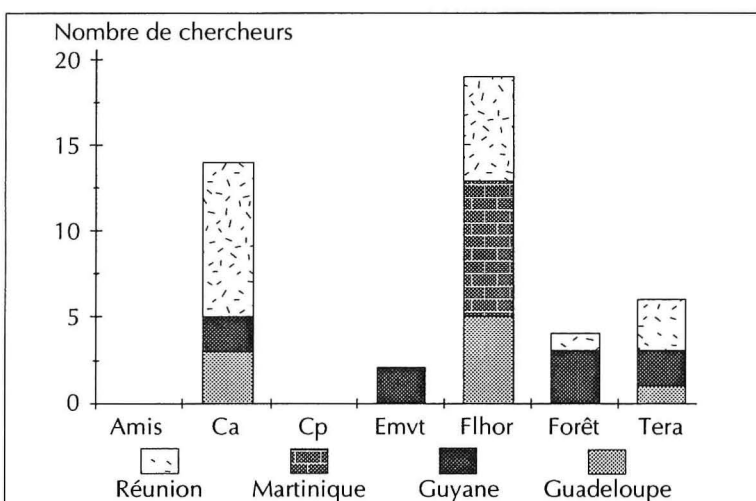


Figure 11a. Répartition des chercheurs Ager par département, dans les Dom.

Figure 11b. Répartition des chercheurs Ager dans les Dom.

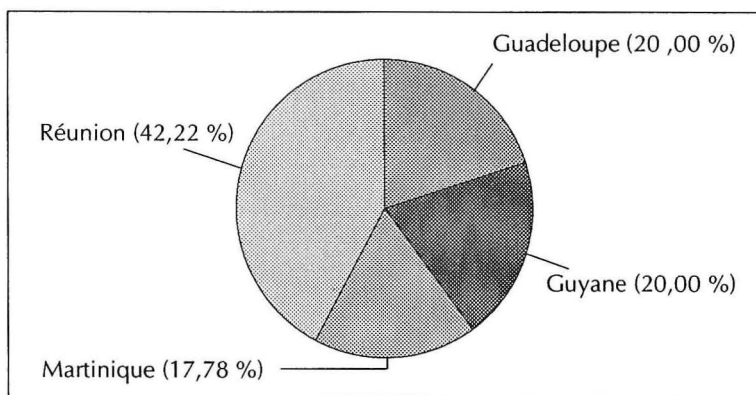
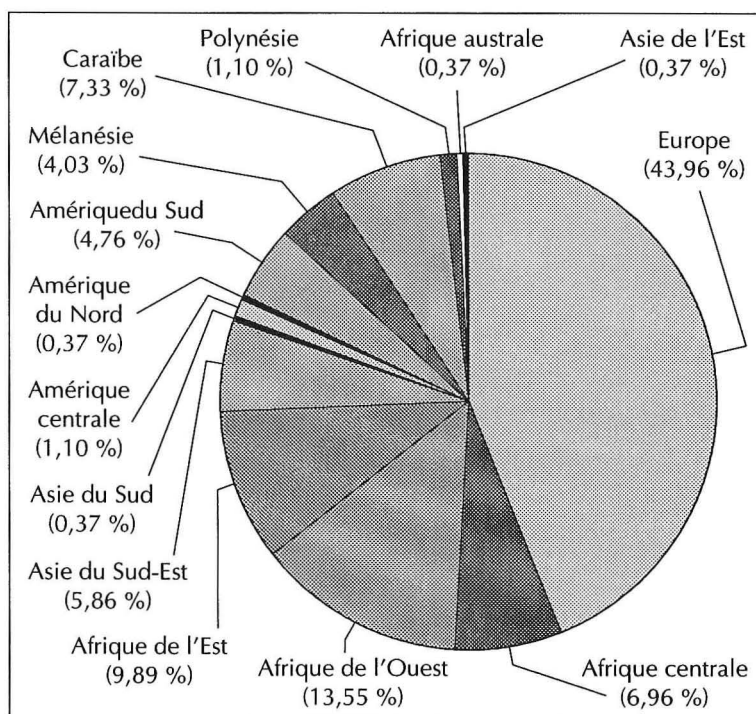


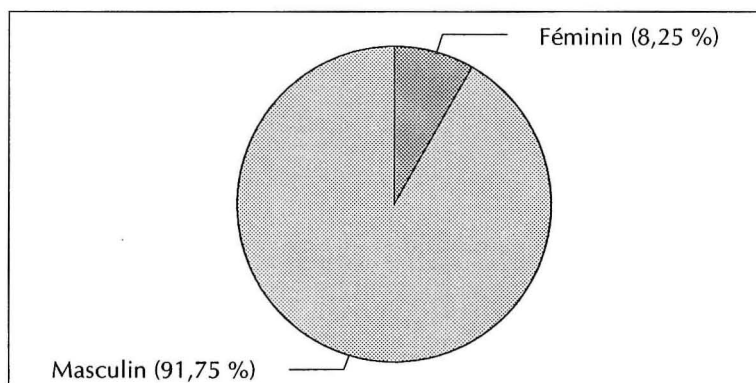
Figure 12. Répartition des chercheurs Ager par région d'affectation.



Ils ou elles ?

La parité n'est pas pour demain ! (figure 13).

Figure 13. Répartition des chercheurs Ager selon leur sexe.



Quel âge ont-ils ?

La faiblesse des tranches d'âges 25-30 ans et 30-35 ans traduit-elle un creux démographique ? (figure 14).

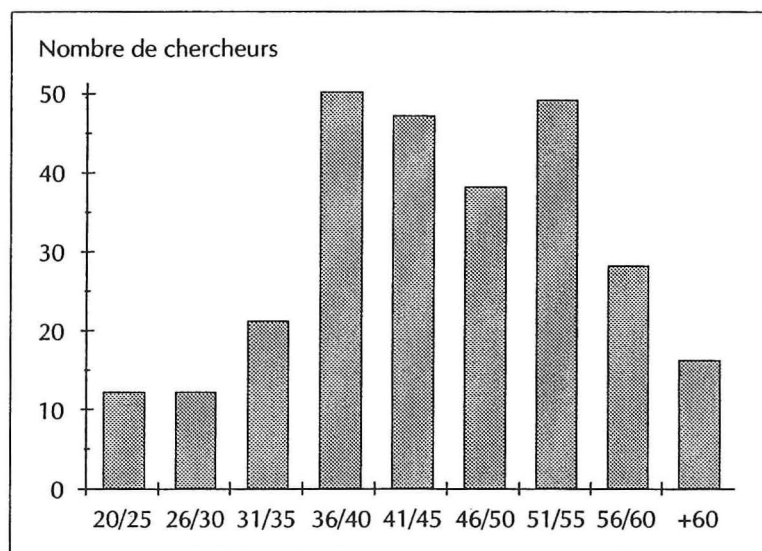


Figure 14. Répartition des chercheurs Ager par tranches d'âges.

Publications récentes du Cirad dans le champ scientifique Ager

Martine Barale, Guy Trébuil et Eric Malézieux

La délégation scientifique Ager, en collaboration avec la délégation à l'information scientifique et technique (Dist, unités interface-info et bases de données), a récemment réalisé une étude quantitative et descriptive des publications des chercheurs du Cirad relevant de son champ. Cette analyse a permis de caractériser les pratiques des chercheurs en matière de publication de leurs résultats et d'identifier les supports de publication scientifique auxquels ils ont recours.

Les résultats présentés ont été obtenus à partir d'un ensemble de 2 420 références bibliographiques extraites entre le 9 et le 13 août 1999 de la base de données Agritrop du Cirad et d'un fichier de travail intermédiaire contenant les références des documents en cours de traitement. Il s'agit des références de 844, 821 et 755 documents publiés respectivement en 1996, 1997 ou 1998, pour lesquels un au moins des auteurs a appartenu à la délégation Ager durant cette période. Ce corpus de références est très probablement incomplet. Il y manque en particulier les documents non transmis à la Dist (principalement de la littérature grise) et des documents reçus mais non encore traités par la Dist. On peut supposer qu'il est suffisamment important pour être représentatif de l'ensemble de la production écrite des chercheurs de la délégation Ager sur la période. Il reste cependant impératif d'interpréter les données avec beaucoup de prudence, en se limitant à observer des tendances.

Répartition par type de document et par chercheur

Chaque document a été classé dans l'une des catégories suivantes :

- congrès (actes et communications), qui regroupe les documents écrits à la suite d'un congrès (symposiums internationaux, ateliers internes), quel que soit le support (publié ou non), à l'exception des articles de périodique, qui impliquent un nouveau travail sur le texte, et ont de ce fait été classés dans la catégorie des articles ;
- ouvrages et chapitres d'ouvrage, ce sont les monographies possédant un Isbn (International Standard Book Number) ou publiées dans une collection, les autres monographies étant classées dans la catégorie des rapports ;
- thèses et mémoires ;
- articles de périodiques ;
- rapports et chapitres de rapport.

Ces deux dernières catégories ont fait l'objet d'une analyse plus approfondie. Quelques documents particuliers — bibliographies, cartes, atlas — sont réunis dans la catégorie « divers ».

Le tableau 2 présente les données relatives aux publications des agents rattachés à la délégation Ager en 1996, 1997 et 1998 selon ces catégories.

La littérature grise, c'est-à-dire non éditée dans les circuits officiels, occupe une place importante avec près de la moitié de la production écrite des chercheurs Ager. Les communications de congrès représentent plus du quart des documents, tandis que les articles dans les revues, avec ou sans comité de lecture, constituent 17,5 % de l'ensemble des publications (141 en moyenne par an).

Tableau 2. Répartition de la production moyenne annuelle des agronomes du Cirad sur la période de 1996 à 1998.

	Nombre de références	Pourcentage
Article de périodiques	107	17,5
Ouvrages et chapitres d'ouvrage	33	4,0
• ouvrages	13	
• chapitres d'ouvrage	20	
Thèses et mémoires	11	1,4
• thèses	7	
• mémoires	4	
Congrès	229	28,5
• actes de congrès (tous supports)	6	
• communications	223	
Rapports et chapitres de rapport	387	48,0
• rapports	361	
• chapitres de rapport	25	
Divers	4	0,6
• bibliographies	1	
• atlas	1	
• cartes	3	

Tous types de documents confondus, un cadre rattaché à la délégation Ager a produit 3 documents par an, en moyenne, durant les trois années de référence. Mais le volume de la production écrite des agronomes varie énormément selon les tâches auxquelles ils sont affectés. Nombreux sont en effet les cadres agronomes occupant des fonctions d'administration de la recherche. Ainsi des maximums sont observés : certains agents produisent plus de 20 rapports par an, d'autres, plus de 6 communications de congrès, d'autres encore, près de 5 articles de périodiques. Cent vingt chercheurs ont publié 1 ou 2 articles au cours des trois ans étudiés et 74, plus de 2 articles. Cent dix-sept chercheurs ont présenté au moins trois communications à des congrès.

Environ le quart des documents produits est rédigé en anglais et 5 % en espagnol ; 5 % des références sont disponibles en deux, voire trois langues. Le taux de publication en langue anglaise des articles de périodiques dépasse 40 %.

Répartition par discipline

Les codes matière de la classification de la Fao, au nombre de 1 à 3, attribués aux documents ont permis de regrouper les thèmes traités dans les dix « disciplines » définies actuellement au sein de la délégation Ager (voir « Pour un continuum de l'agronomie au développement local ») :

- agronomie, sol et milieux (axe 1) ;
- agronomie, peuplement et système de culture (axe 2) ;
- agronomie, gestion des systèmes de production, territoires (axe 3) ;
- science du sol ;
- botanique ;
- écophysiologie ;
- géographie ;
- analyse et traitement d'image ;

- agromachinisme;
- agroclimatologie.

Certains codes matière ne concernaient pas l'agronomie et ont dû être traduits en disciplines non-Ager (dans la limite de trois disciplines au total), selon la liste ci-dessous, adaptée de la classification de la Fao :

- histoire, enseignement, information et législation ;
- amélioration des plantes et sélection ;
- protection des végétaux (hors désherbage) ;
- technologie après récolte ;
- sciences animales ;
- pollution, nutrition humaine et maladies professionnelles ;
- méthodes mathématiques et statistiques, méthodes de recherche.

Si près des trois quarts des documents référencés traitent strictement de sujets du champ disciplinaire Ager, plus de 20 % des publications des chercheurs Ager associent aussi des thèmes relevant d'autres délégations scientifiques. Ainsi, près de 9 % des documents produits par les chercheurs Ager traitent d'amélioration des plantes, environ 7 %, de protection des plantes et 5 %, des méthodes des mathématiques appliquées (modélisation).

Le tableau 3 montre que les disciplines de l'agronomie au sens strict (axes 1, 2 et 3) sont celles qui donnent lieu à la production du plus grand nombre de documents. La science du sol et l'écophysiologie sont également des disciplines importantes dans la production des chercheurs Ager. La production dans le domaine de la géographie est certainement sous-estimée car de nombreux géographes du Cirad appartiennent à la délégation scientifique économie et sociologie.

En rapprochant les chiffres du tableau précédent et le nombre de chercheurs spécialisés dans chaque discipline (tableau 4), on constate que le nombre de publications pour les trois années de l'étude est globalement proportionnel au nombre de chercheurs.

La part des articles de revues dans la production des chercheurs est particulièrement élevée en botanique, en agroclimatologie et en écophysiologie. Celle des actes et communications de congrès est supérieure à la moyenne en botanique, en écophysiologie, en science du sol et en analyse et traitement d'image. La littérature grise (rapports) représente plus de la moitié de la production écrite en agronomie (axes 1, 2 et 3) et en agromachinisme (tableau 5).

Tableau 3. Répartition de la production écrite des chercheurs Ager selon les disciplines.

	Nombre de documents	Moyenne annuelle	Pourcentage*
Agronomie, peuplement et système de culture (axe 2)	1 097	366	45,5
Agronomie, gestion des systèmes de production, territoires (axe 3)	783	261	32,4
Agronomie, sol et milieux (axe 1)	320	107	13,2
Science du sol	247	82	10,2
Ecophysiologie	244	81	10,1
Botanique	81	27	3,3
Analyse et traitement d'image	76	25	3,1
Agromachinisme	68	23	2,8
Agroclimatologie	20	7	0,8
Géographie	8	3	0,3

* La somme des pourcentages est supérieure à 100 car un même document peut aborder plusieurs disciplines.

Tableau 4. Effectifs des agents rattachés à la délégation scientifique Ager par discipline.

	1996	1997	1998	Moyenne	Pourcentage
Agronomie (axes 1, 2 et 3)	182	178	171	177	63,4
Science du sol	30	30	33	31	11,1
Ecophysiologie	28	22	26	25	9,0
Agromachinisme	11	13	11	12	4,3
Analyse et traitement d'image	9	13	13	12	4,3
Botanique	14	10	13	12	4,3
Géographie	7	8	6	7	2,5
Agroclimatologie	3	3	3	3	1,1
Total	284	277	276	279	100

Source : Base de données Atlantis. Effectifs des cadres Ager présents au 31 décembre de chaque année.

Tableau 5. Répartition par discipline des types de documents écrits produits par les chercheurs du champ Ager (en pourcentages du total pour la discipline).

	Total (nombre de références)	Articles*	Ouvrages	Thèses	Congrès	Rapports	Divers
Tout Ager		17,5	4,0	1,4	28,5	48,0	0,6
Agronomie, sol et milieux (axe 1)	325	12,6	4,0	1,2	22,2	59,7	0,3
Agronomie, peuplement et système de culture (axe 2)	1111	16,0	4,3	1,1	24,1	54,3	0,2
Agronomie, gestion des systèmes de production, territoires (axe 3)	793	13,5	4,8	0,9	28,2	52,2	0,4
Science du sol	250	20,0	3,6	2,4	37,6	35,6	0,8
Botanique	84	33,3	6,0	4,7	40,5	15,5	0
Ecophysiologie	263	25,1	2,6	4,2	40,0	28,1	0
Géographie	8	0	12,5	0	12,5	62,5	12,5
Analyse et traitement d'image	76	19,7	4,0	0	35,5	40,8	0
Agromachinisme	69	11,6	7,2	1,5	26,1	53,6	0
Agroclimatologie	22	31,8	0	0	18,2	50,0	0

* Les chiffres en gras indiquent les pourcentages nettement supérieurs au taux moyen sur l'ensemble du corpus analysé.

Transversalité interdépartementale de la production des agronomes Ager

Le tableau 6 montre que le rapport est le type de document le plus fréquent pour tous les départements, sauf pour le département Gerdar-Amis² pour lequel les types prédominants sont la communication de congrès et l'article scientifique. Par ailleurs, la publication d'ouvrages et de chapitres d'ouvrages est proportionnellement plus élevée pour les départements Forêt et Sar-Tera².

2. En 1998, deux nouveaux départements ont été créés au sein du Cirad : Amis, à partir du département Gerdar, et Tera, à partir du département Sar.

Tableau 6. Répartition par type de document de la production écrite des chercheurs de chaque département du Cirad (en pourcentage).

	Ca	Cp	Flhor	Forêt	Sar	Tera	Emvt	Gerdar	Amis	Cirad et ds
Total	689	409	405	364	286	127	124	99	84	20
Congrès	32,2	20,3	28,1	28,0	25,5	35,4	24,2	35,4	51,2	55,0
Rapports	45,5	61,1	51,1	38,4	56,0	44,1	43,6	20,2	17,9	10,0
Articles	17,7	15,6	17,8	22,0	11,5	15,0	18,5	33,3	25,0	5,0
Ouvrages	2,6	2,0	2,0	10,0	5,6	5,5	4,8	7,1	4,8	25,0
Thèses	1,6	1,0	1,0	1,4	1,4	0	1,6	2,0	1,1	5,0
Divers	0,4	0	0	0,2	0	0	7,3	2,0	0	0

Environ 7 % des références répertoriées, soit 166 documents, sont signées par des auteurs appartenant à deux (6 %) ou trois (1 %) départements du Cirad. Le taux de publication en partenariat interdépartemental est deux à trois fois plus élevé pour les départements Gerdar-Amis, Sar-Tera et Emvt que pour les départements Ca, Forêt, Cp et Flhor. L'analyse de ces publications montre que le département Ca collabore principalement avec Sar-Tera, Cp travaille surtout avec Gerdar-Amis, Flhor publie plus particulièrement avec Ca et Sar, Forêt écrit surtout avec Ca et Emvt, Emvt avec Sar et Forêt, Sar-Tera collabore plus avec Ca, et Gerdar-Amis travaille surtout avec Cp et Ca.

L'analyse des pratiques de publications dans chacun des départements du Cirad, qui est résumée dans le tableau 6, montre que les chercheurs du département Ca publient plus que les autres dans les disciplines de l'agronomie (axes 2, 3 et 1), en science du sol, en écophysiologie ainsi qu'en analyse et traitement d'image et en agroclimatologie. La production du département Forêt est forte en agronomie (axe 2 et 3), ainsi qu'en science du sol. Le département Cp est celui qui publie le plus en écophysiologie tout en ayant aussi une forte production en agronomie (axe 2). La production du département Emvt concerne surtout les axes 2 et 3 de l'agronomie, comme pour Sar-Tera et Flhor. L'agro-

Tableau 7. Répartition par discipline du champ scientifique Ager de la production écrite des départements du Cirad en 1996-1998.

	Agro. (axe 2)	Agro. (axe 3)	Agro. (axe 1)	Ecophy- sio- logie	Science du sol	Botanique	Analyse et traitement d'image	Agro- machinisme	Agro- climatologie	Géographie
Ca*	235	205	111	63	111	8	41	7	15	1
Cp	247	78	96	110	25	16	4	0	3	0
Flhor	196	148	37	21	12	5	0	9	3	1
Forêt	293	89	18	28	48	9	10	2	1	1
Sar	52	195	30	2	20	2	3	48	1	4
Tera	45	80	23	6	14	0	2	8	0	0
Emvt	59	31	3	0	3	7	11	1	0	0
Gerdar	19	27	4	25	13	28	4	0	0	1
Amis	18	7	15	29	29	17	6	0	0	0
Cirad	4	10	3	2	3	0	0	1	0	0
Ds	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

* Les chiffres en gras identifient les départements publiant beaucoup dans la discipline.

machinisme est essentiellement un secteur des chercheurs du département Sar, tandis que la botanique concerne surtout les départements Gerdat-Amis et Cp (tableau 7).

Les articles de périodiques

La proportion d'articles publiés dans des revues ayant un facteur d'impact (ISI 1997) est de 26,7 % sur la période étudiée. Cette proportion est particulièrement élevée pour les articles des disciplines suivantes : analyse et traitement d'image, écophysiologie, science du sol et botanique en particulier. Les articles de périodiques sont publiés pour plus de la moitié dans les revues éditées par le Cirad (tableau 8).

Tableau 8. Répartition des articles publiés.

Revues éditées ou coéditées par le Cirad	
Magazine Cirad Réunion	43
Bois et forêts des tropiques	42
Agriculture et développement	39
Fruitrop	25
Plantations, recherche, développement	22
Fruits	18
Oléagineux, corps gras, lipides*	13
Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux	12
Revues externes au Cirad	
Flamboyant (Réunion)	9
Afrique agriculture	7
Cahiers agricultures	7
Arachide infos (Coraf, Sénégal)	7
Plant and Soil*	6
Journal of Plant Nutrition*	5
Agronomie*	4
ICAC Recorder	4
Field Crops Research*	4
Plant Physiology and Biochemistry*	4
Agricultural and Forest Meteorology*	4
European Journal of Agronomy*	3
Annales des sciences forestières*	3
Journal of Hydrology*	3
Communications in Soil Science and Plant Analysis*	3
Forest Ecology and Management*	3
Canadian Journal of Botany*	3

* Revues à facteur d'impact.

La littérature grise

La littérature grise représente la moitié de la production écrite, soit 1 085 documents sur les 2 420 analysés. Les rapports de mission, plus de 150 par an, représentent le type le

plus important et correspondent à près de 20 % du total des documents rédigés par les chercheurs. Les rapports de projets tiennent une place relativement importante — plus de 16 % des rapports produits et 8 % du total des documents. Ils sont suivis par les rapports d'expertise, qui représentent 4,5 % de l'ensemble des documents écrits sur la période. Cette production intense est révélatrice de l'activité d'aide au développement des agents de la délégation. Elle doit donc bien être prise en compte, à côté d'autres indicateurs mieux connus et parfois jugés plus valorisants, dans l'évaluation de la production écrite des agronomes du Cirad comme dans l'étude de leurs activités.

Conclusion

Au-delà d'une simple ingénierie agricole — agir sur le milieu par des techniques pour assurer ou augmenter une productivité donnée —, l'agronomie doit aujourd'hui évoluer vers une prise en compte de l'ensemble de l'écosystème pour en assurer une gestion raisonnée. Il s'agit maintenant de gérer de manière intégrée toutes les ressources du milieu (sol, eau, faune, flore et nutriments) avec des objectifs qui se diversifient et qui peuvent diverger selon les types d'acteurs considérés : conserver les ressources et limiter les impacts négatifs sur l'environnement, obtenir des produits de qualité en quantité suffisante et à des coûts de production acceptables. Il s'agit donc désormais de définir les bases et les outils d'une nouvelle ingénierie écologique.

Cette conception s'applique aux systèmes de culture et aux systèmes de production, deux niveaux d'organisation qui interagissent sur des espaces et des territoires. Elle intègre la possibilité d'utiliser autant que possible les fonctions des écosystèmes comme ressources techniques (la fonction de renouvellement du « potentiel productif » à partir de la biomasse, les relations écophysologiques entre plantes...) et donc de limiter les apports externes (engrais, pesticides). Elle doit permettre de réaliser dans de nombreux milieux la révolution doublement verte, c'est-à-dire accroître les rendements tout en conservant les ressources naturelles renouvelables, en limitant les atteintes à l'environnement et en assurant un développement socio-économique plus équitable. Il s'agira pour cela de déterminer les conditions de la coviabilité des transformations agroécologiques, d'une part, et des changements socioécologiques, d'autre part, au sein des agrosystèmes.

Alors que ces thématiques de recherche tendent à s'imposer, le Cirad dispose d'avantages importants pour réaliser des percées conceptuelles et proposer de nouvelles réalisations. Ce pourrait être le cas pour l'utilisation des cultures de couverture, des arbres (agroforesterie) ou des productions fourragères dans les paysages, la revitalisation de territoires atteints par la sécheresse, la conception de systèmes de culture non polluants dans les zones d'agriculture intensive irriguée, d'agriculture de plantation ou d'agriculture périurbaine. Dans tous les cas, en interaction continue avec les travaux de terrain, le recours aux multiples approches de la modélisation des agrosystèmes sera de plus en plus nécessaire dans une perspective d'intégration interdisciplinaire des connaissances, mais aussi et surtout d'aide à la décision.

Annexe

Quelques publications récentes dans le champ Ager

Les publications ont été regroupées selon trois rubriques : ouvrages et chapitres d'ouvrages, articles de périodiques, actes de colloques et séminaires. Chaque rubrique est subdivisée en disciplines. Seul un échantillon non exhaustif, illustrant la production du Cirad, a été retenu, en privilégiant, lorsque cela était possible, les publications externes.

Ouvrages et chapitres d'ouvrage

☐ Agronomie, sol et milieux (axe 1)

Bertrand R., 1998. Du Sahel à la forêt tropicale : clés de lecture des sols dans les paysages ouest-africains. Montpellier, France, Cirad, collection Repères, 272 p.

☐ Agronomie, peuplement et systèmes de culture (axe 2)

Peltier R., 1996. Les parcs à faidherbia. Montpellier, France, Cirad, Cahiers scientifiques n. 12, 311 p.

Schilling R., Dimanche P., Crambade P., Gautreau J., 1996. L'arachide en Afrique tropicale. Paris, France, Maisonneuve et Larose, Technicien d'agriculture tropicale n. 37, 171 p.

Bertault J.G., Kadir K., 1998. Silvicultural research in a lowland mixed Dipterocarp forest of East Kalimantan [Recherche sylvicole dans une forêt mixte à Diptérocarpacées de la plaine de l'Est Kalimantan]. Montpellier, France, Cirad, 250 p.

De Taffin G., Dollet M., Louise C., Mariau D., Renard J.L., Rouzière A., Wuidart W., 1998. Coconut [Le cocotier]. Londres, Royaume-Uni, MacMillan, Tropical Agriculturalist, 101 p.

Jacquemard J.C., Baudouin L., Berthaud A., De Franqueville H., Graille J., Huguenot R., Mariau D., Noël J.M., Quencez P., Tailliez B., 1998. Oil palm [Le palmier à huile]. Londres, Royaume-Uni, MacMillan, Tropical Agriculturalist, 144 p.

Desvals L., Daly P., 1997. Guide des principales adventices des cultures maraîchères de Nouvelle-Calédonie. Nouméa, Nouvelle-Calédonie, Cirad, 103 p.

D'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R. (éd.), 1997. Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens. Paris, France, John Libbey, 274 p.

Vaksmann M., Traoré S.B., Niangado O., Stutterheim N.C., Reyniers F.N., 1998. Intensification et plasticité du développement du sorgho. In : Breman H., Sissoko K., L'intensification agricole au Sahel. Paris, France, Karthala, Economie et développement, p. 771-780.

☐ Agronomie, gestion des systèmes de production et territoires (axe 3)

Piroux M. (éd.), 1996. Quelle recherche pour le développement ? Concepts et méthodes : formation à la recherche-développement, la recherche-action, l'approche système, l'expérimentation et la diffusion, l'information scientifique et technique (du 13 au 25 novembre 1995 à Bangui pour les chercheurs de l'Icra). Montpellier, France, Cirad, Document de travail du Cirad-sar n. 8, 223 p.

Trébuil G., 1996. Farmer differentiation in southern and central Thai agrarian systems: who benefits from agricultural growth? [Différenciation des agriculteurs dans les systèmes agraires au Sud et au centre de la Thaïlande. Qui bénéficie du développement agricole ?]. In : Parnwell M.J. (éd.), Uneven development in Thailand. Aldershot, Avebury, p. 241-264.

Tonneau J.P., Yung J.M., 1998. Enjeux et stratégies de développement des zones sahéliennes. In : Breman H. et Sissoko K., L'intensification agricole au Sahel. Paris, France, Karthala, Economie et développement, p. 759-770.

❑ Science du sol

Bourgeon G., Sehgal J., 1998. A comparative study of red soils of India and West Africa, and their management for sustainable agriculture [Etude comparative des sols rouges d'Inde et d'Afrique de l'Ouest, et de leur gestion pour une agriculture durable]. In : Sehgal J., Blum W.E. et Gajbhiye K.S. (éd.), Red and lateritic soils. Vol 1. Managing red and lateritic soils for sustainable agriculture. New Delhi, Inde, Oxford and IBH, p. 77-91.

Perret S., Michellon R., Tassin J., 1998. Agroecological practices as tools for the sustainable management of catchments susceptible to erosion : Réunion Island [Pratiques écologiques comme outils pour une gestion durable des bassins de captage tropicaux soumis à l'érosion : île de la Réunion]. In : Harper D. et Brown T., The sustainable management of tropical catchments. New York, Etats-Unis, John Wiley, p. 77-88.

❑ Botanique

Cottin R. (éd.), Ahlawat Y.S., Anderson C., Aubert B., Ezzoubir D., Gmitter F., Jacquemoud Collet J.P., Nadori E.B., Navarro L., Protopapadakis E., Reforgiao Recupero G., Tuzcu O., Zaragoza S., 1997. *Citrus* of the world: a citrus directory [Les agrumes du monde : un annuaire du genre *Citrus*]. San Nicolao, France, Sra, 64 p. (mise à jour : <http://www.corse.inra.fr.sra/citrus.htm>).

Le Bellec F., Renard V., 1997. Le grand livre des fruits tropicaux. Paris, France, Orphie, 189 p.

❑ Physiologie

Fallavier P., Heral Llimous G., Breyse M., Cazevieille P., 1997. Quality assurance and control in a plant analysis laboratory [Assurance et contrôle qualité dans un laboratoire d'analyse de plantes]. In : Hood T.M., Benton Jones Jr J., Soil and plant analysis in sustainable agriculture and environment. New York, Etats-Unis, Marcel Dekker, p. 151-160.

❑ Agromachinisme

Pirot R., 1998. La motorisation dans les cultures tropicales. Montpellier, France, Cirad, collection Techniques, 351 p.

Articles de périodiques

❑ Agronomie, sol et milieux (axe 1)

Bonneau X., 1996. Optimization of mineral nutrition in a coconut plantation taking an experimental approach in situ [Optimisation de la nutrition minérale dans une plantation de cocotier par une approche expérimentale in situ]. *Experimental Agriculture*, 32 : 405-418.

Piroux M., Buldgen A., Steyaert P., Dieng A., 1997. Intensification agricole en région sahélo-soudanienne. II. Productivité et risques économiques. *Biotechnologie, agronomie, société et environnement*, 1 : 209-220.

Maraux F., Lafolie F., 1998. Modeling soil water balance of a maize-sorghum sequence [Modélisation du bilan hydrique du sol d'une séquence maïs-sorgho]. *Soil Science Society of America Journal*, 62 : 75-82.

Marlet S., Barbiero L., Valles V., 1998. Soil alkalization and irrigation in the sahelian zone of Niger. 2. Agronomic consequences of alkalinity and sodicity [Alcalinisation du sol et irrigation dans la zone sahélienne du Niger. 2. Conséquences agronomiques de l'alcalinité et de la sodicité]. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, n. 12 : 139-152.

❑ Agronomie, peuplement et systèmes de culture (axe 2)

Freycon V., Bernard C., Laclau J.P., Fauvet N., 1996. Les Sig appliqués à la forêt. *Bois et forêts des tropiques*, n. 250 : 63-70.

Pages J., Notteghem J.L., 1996. Effects of soil treatment practices on pink root disease of onion in the senegalese cultivation system [Effets des pratiques de traitement du sol sur la maladie des racines roses de l'oignon dans le système de culture sénégalais]. *International Journal of Pest Management*, 42 : 29-34.

Affholder F., 1997. Empirically modelling of the interaction between intensification and climatic risk in semiarid regions [Modélisation empirique de l'interaction entre l'intensification et les risques climatiques dans les régions semi-arides]. *Field Crops Research*, 52 : 79-93.

Bertault J.G., Sist P., 1997. An experimental comparison of different harvesting intensities with reduced-impact and conventional logging in East Kalimantan, Indonesia [Comparaison expérimentale de différents mode d'exploitation à l'Est de Kalimantan (Indonésie) : exploitation conventionnelle et à impact réduit]. *Forest Ecology and Management*, n. 94 : 209-218.

De Bon H., Faye F., Pages J., 1997. Development of vegetable cropping systems in the Niayes zone of Senegal [Développement des systèmes de cultures maraîchères dans la zone de Niayes au Sénégal]. *Experimental Agriculture*, 33 : 83-90.

Lescot T., 1997. Culture du bananier plantain et durabilité des systèmes de production. Plantain production and sustainable production systems. *Fruits*, 52 : 233-245.

Piroux M., Buldgen A., Steyaert P., Dieng A., 1997. Intensification agricole en région sahélo-soudanienne. 1. Itinéraires techniques dans un contexte à risques. *Biotechnologie, agronomie, société et environnement*, 1 : 196-208.

Séguy L., Bouzinac S., Trentini A., 1997. Une révolution technologique : la culture du riz pluvial au Brésil. *International Rice Commission Newsletter*, 46 : 45-61.

Braconnier S., 1998. Maize-coconut intercropping: effects of shade and root competition on maize growth and yield. Association maïs-cocotier : effet de l'ombrage et de la compétition racinaire sur la croissance et le rendement du maïs. *Agronomie*, 18 : 373-382.

Dupuy B., Durrieu De Madron L., Petrucci Y., 1998. Sylviculture des peuplements naturels en forêt dense humide africaine : acquis et recommandations. *Bois et forêts des tropiques*, n. 257 : 5-22.

Favrichon V., 1998. Apports d'un modèle démographique plurispécifique pour l'étude des relations diversité-dynamique en forêt tropicale guyanaise. *Annales des sciences forestières*, 55 : 655-669.

Lafarge T., De Raïssac M., Tardieu F., 1998. Elongation rate of sorghum leaves has a common response to meristem temperature in diverse African and European environmental conditions [Le taux d'élongation des feuilles de sorgho a une même réponse à la température du méristème dans différentes conditions environnementales en Afrique et en Europe]. *Field Crops Research*, 58 : 69-79.

Sist P., Nolan T., Bertault J.G., Dykstra D., 1998. Harvesting intensity versus sustainability in Indonesia. Exploitation forestière intensive et durabilité en Indonésie. *Forest Ecology and Management*, n. 4355 : 1-10.

Séguy L., Bouzinac S., 1998. Concepts et mise en pratique de modes de gestion agrobiologique adaptés aux sols acides de la zone tropicale humide. *Oléagineux, corps gras, lipides*, 5 : 126-129.

Wey J., Oliver R., Manichon H., Siband P., 1998. Analysis of local limitations to maize yield under tropical conditions [Analyse des limitations locales au rendement du maïs en conditions tropicales]. *Agronomie*, 18 : 545-561.

❑ Agronomie, gestion des systèmes de production et territoires (axe 3)

Piroux M., Buldgen A., Fall M., Compère R., 1996. Participatory research and sustainable development in the Sahelo-Sudanian region [Recherche participative et développement durable dans la région sahélo-soudanienne]. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, n. 3 : 39-46.

Bagnall Oakeley H., Conroy C., Faiz A., Gunawan A., Gouyon A., Penot E., Liangsutthissagon S., Nguyen H.D., Anwar C., 1997. Imperata management strategies used in smallholder rubber-based farming systems [Stratégies de lutte contre l'Imperata utilisées dans les systèmes de culture à base d'hévéa des petits planteurs]. *Agroforestry Systems*, 36 : 83-104.

Perez P., Albergel J., Diatta M., Grouzis M., Sene M., 1997. Rehabilitation of a semiarid ecosystem in Senegal. 1. Experiments at the hillside scale [Réhabilitation d'un écosystème semi-aride au Sénégal]. *Agriculture Ecosystems and Environment*, n. 65 : 95-106.

Tonneau J.P., Clouet Y., Caron P., 1997. L'agriculture familiale au Nordeste (Brésil). Une recherche par analyses spatiales. *Natures, sciences, sociétés*, 5 : 39-49.

Le Gal P.Y., Papy F., 1998. Co-ordination processes in a collectively managed cropping system: double cropping of irrigated rice in Senegal [Processus de coordination de la gestion collective d'un système de culture : la double culture du riz irrigué au Sénégal]. *Agricultural Systems*, 57 : 135-159.

❑ Science du sol

Calba H., Jaillard B., Fallavier P., Arvieu J.C., 1996. Agarose as a suitable substrate for use in the study of Al dynamics in the rhizosphere [Utilisation de l'agarose comme substrat pour l'étude de la dynamique d'aluminium dans la rhizosphère]. *Plant and Soil*, n. 178 : 67-74.

Chebouni A., Lo Seen Chong D., Njoku E.G., Monteny B., 1996. Examination of the difference between radiative and aerodynamic surface temperature over sparsely vegetated surfaces [Examen des différences entre températures de surface rayonnante et aérodynamique à travers des couvertures végétales clairsemées]. *Remote Sensing of Environment*, n. 58 : 177-186.

Marlet S., Valles V., Barbiero L., 1996. Field study and simulation of geochemical mechanisms of soil alkalization in the sahelian zone of Niger [Etude de terrain et simulation des mécanismes géochimiques de l'alcalinisation du sol dans la zone sahélienne du Niger]. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, n. 10 : 243-256.

Perret S., Michellon R., Boyer J., Tassin J., 1996. Soil rehabilitation and erosion control through agro-ecological practices on Reunion Island (French Overseas Territory, Indian Ocean) [Restauration des sols et contrôle de l'érosion par des pratiques agro-écologiques dans l'île de la Réunion (territoire français d'outre-mer, océan Indien)]. *Agriculture Ecosystems and Environment*, n. 59 : 149-157.

Vaast P., Zasoski R.J., Bledsoe C.S., 1996. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizal inoculation at different soil P availabilities on growth and nutrient uptake of in vitro propagated coffee (*Coffea arabica* L.) plants [Effets de l'inoculation par des mycorrhizes à vésicules et arbuscules dans des sols à différents niveaux de P disponible sur la croissance et l'absorption d'éléments nutritifs de caféiers (*Coffea arabica* L.) obtenus par multiplication in vitro]. *Mycorrhiza*, 6 : 493-497.

Reydellet I., Laurent F., Oliver R., Siband P., Ganry F., 1997. Quantification par méthode isotopique de l'effet de la rhizosphère sur la minéralisation de l'azote : cas d'un sol ferrugineux tropical. *Agronomie*, n. 320 : 843-847.

Galiana A., Gnahoua G.M., Chaumont J., Lesueur D., Prin Y., Mallet B., 1998. Improvement of nitrogen fixation in *Acacia mangium* through inoculation with rhizobium. Amélioration de la fixation de l'azote chez *Acacia mangium* grâce à l'inoculation avec rhizobium. *Agroforestry Systems*, n. 40 : 297-307.

Guillobez S., Arnaud M., 1998. Regionalized soil roughness indices [Indices régionalisés de rugosité du sol]. *Soil and Tillage Research*, 45 : 419-432.

Todoroff P., Langellier P., 1998. Comparison of empirical and partly deterministic methods of time domain reflectometry calibration, based on a study of two tropical soils [Comparaison de méthodes empiriques et en partie déterministes de calibration en réflectométrie temporelle, à partir d'une étude de deux sols tropicaux]. *Soil and Tillage Research*, 45 : 325-340.

❑ Botanique

Godin C., Costes E., 1996. How to get representations of real plants in computers for exploring their botanical organization [Comment représenter les plantes en informatique pour étudier leur organisation botanique]. *Acta Horticulturae*, n. 416 : 45-53.

Daget P., Poissonet J., Toutain B., 1997. Planifier un échantillonnage pour une étude régionale de la végétation. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 50 : 145-148.

Jourdan C., Rey H., 1997. Architecture and development of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) root system [Architecture et développement du système racinaire du palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.)]. *Plant and Soil*, 189 : 33-48.

Thaler P., Pagès L., 1997. Competition within the root system of rubber seedlings (*Hevea brasiliensis*) studied by root pruning and blockage [Concurrence au sein du système racinaire de semis d'hévéa (*Hevea brasiliensis*) étudiée par taille ou blocage de croissance des racines]. *Journal of Experimental Botany*, 48 : 1451-1459.

Godin C., Caraglio Y., 1998. A multiscale model of plant topological structures [Un modèle multi-échelle des structures topologiques des plantes]. *Journal of Theoretical Biology*, n. 191 : 1-46.

□ Ecophysiologie

Dingkuhn M., Le Gal P.Y., 1996. Effect of drainage date on yield and dry matter partitioning in irrigated rice [Effet de la date de drainage sur le rendement et la répartition de matière sèche en culture de riz irrigué]. *Field Crops Research*, n. 46 : 117-126.

Gohet E., Prévôt J.C., Eschbach J.M., Clément A., Jacob J.L., 1996. Clone, croissance et stimulation, facteurs de la production de latex. Clone, growth and stimulation : latex production factors. *Plantations, recherche, développement*, 3 : 30-38.

Heral Llimous G., Fallavier P., 1996. Comparison between two dry mineralization methods (with and without HF) of palm leaves for determination of potassium: influence of silica [Comparaison de deux méthodes de minéralisation des feuilles de palmier à huile pour l'analyse du Potassium : influence de la silice sur le dosage]. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 27 : 1623-1630.

Lo Seen Chong D., Chehbouni A., Njoku E., Saatchi S., Mougin E., Monteny B., 1997. An approach to couple vegetation functioning and soil-vegetation-atmosphere-transfer models for semiarid grasslands during the Hapex-Sahel experiment [Approche du fonctionnement couplé de la végétation et des modèles de transfert sol-végétation-atmosphère pour les prairies semi-arides pendant l'expérimentation Hapex-Sahel]. *Agricultural and Forest Meteorology*, n. 83 : 49-74.

Thaler P., Pagès L., 1996. Periodicity in the development of the root system of young rubber trees (*Hevea brasiliensis* Muell-Arg.): relationship with shoot development [Périodicité du développement racinaire de jeunes semis d'hévéa (*Hevea brasiliensis* Muell-Arg.) en relation avec le développement aérien]. *Plant Cell and Environment*, 19 : 56-64.

Calba H., Jaillard B., 1997. Effect of aluminium on ion uptake and H⁺ release by maize [Effet de l'aluminium sur l'absorption des ions et la libération de H⁺ par le maïs]. *New Phytologist*, 137 : 607-616.

Dauzat J., Eroy M.N., 1997. Simulating light regime and intercrop yields in coconut based farming systems [Simulation de la luminosité et des rendements de cultures intercalaires dans des systèmes de cultures à base de cocotiers]. *European Journal of Agronomy*, 7 : 63-74.

Braconnier S., 1998. Mesure des échanges gazeux foliaires chez le cocotier. Measuring leaf gas exchanges in coconut. Medición de los intercambios gaseosos foliares en el cocotero. *Plantations, recherche, développement*, 5 : 269-276.

Cattan P., Fleury A., 1998. Flower production and growth in groundnut plants [Production de fleurs et croissance de l'arachide]. *European Journal of Agronomy*, 8 : 13-27.

Jacob J.L., Prévôt J.C., Lacote R., Gohet E., Clément A., Gallois R., Joet T., Pujade Renaud V., D'Auzac J., 1998. Les mécanismes biologiques de la production de caoutchouc par *Hevea brasiliensis*. The biological mechanisms controlling *Hevea brasiliensis* rubber yield. *Plantations, recherche, développement*, 5 : 5-17.

Lacape M., Wery J., Annerose D.J.M., 1998. Relationships between plant and soil water status in five field-grown cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars [Relations entre les états hydriques du sol et de la plante chez cinq cultivars de cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) Cultivés au champ]. *Field Crops Research*, 57 : 29-43.

Pintro J., Barloy J., Fallavier P., 1998. Uptake of aluminium by the root tips of an Al-sensitive and Al-tolerant cultivar of *Zea mays* [Absorption d'aluminium par les extrémités racinaires de cultivars de *Zea mays* sensible et tolérant à l'aluminium]. *Plant Physiology and Biochemistry*, 36 : 463-467.

Rey H., Quencez P., Dufrêne E., Dubos B., 1998. Profils hydriques et alimentation en eau du palmier à huile en Côte d'Ivoire. Oil palm water profiles and water supplies in Côte d'Ivoire. *Plantations, recherche, développement*, 5 : 47-57.

Thaler P., Pagès L., 1998. Modelling the influence of assimilate availability on root growth and architecture [Modélisation de l'influence de la disponibilité en assimilats sur l'architecture et la croissance des racines]. *Plant and Soil*, 201 : 307-320.

Vaast P., Zasoski R.J., Bledsoe C.S., 1998. Effects of solution pH, temperature, nitrate/ammonium ratios, and inhibitors on ammonium and nitrate uptake by Arabica coffee in short-term solution culture [Effets du pH, de la température, du rapport nitrate/ammonium et des inhibiteurs sur la capacité d'absorption d'ammonium et de nitrate par le caféier Arabica en solution hydroponique dans des expériences de courtes durées]. *Journal of Plant Nutrition*, 21 : 1551-1564.

□ Analyse et traitement d'image

Bégué A., Myneni R., 1996. Operational relationships between NOAA-advanced very high resolution radiometer vegetation indices and daily fraction of absorbed photosynthetically active radiation, established for Sahelian vegetation canopies [Relations opérationnelles établies sur la couverture végétale sahélienne, entre les indices de végétation fournis par images NOAA à très haute résolution radiométrique et la fraction de rayonnement photosynthétiquement actif absorbé par jour]. *Journal of Geophysical Research*, 101 : 275-289.

Ouaidrari H., Bégué A., Imbernon J., D'Herbes J.M., 1996. Extraction of the pure spectral response of the landscape components in NOAA-AVHRR mixed pixels. Application to the Hapex-Sahel degree square [Extraction de la réponse spectrale des composants du paysage par des pixels mixtes de NOAA et AVHRR. Application à la zone Hapex-Sahel]. *International Journal of Remote Sensing*, 17 : 2259-2280.

Hanan N.P., Prince S.D., Bégué A., 1997. Modelling vegetation primary production during Hapex-Sahel using production efficiency and canopy conductance model formulations [Modélisation de la production primaire en termes d'efficacité de production et de conductance du couvert végétal pendant Hapex-Sahel]. *Journal of Hydrology*, 188-189 : 651-675.

Le Roux X., Gauthier H., Bégué A., Sinoquet H., 1997. Radiation absorption and use by humid savanna grassland: assessment using remote sensing and modelling [Absorption et utilisation du rayonnement par une savane herbacée en zone humide : estimation par télédétection et modélisation]. *Agricultural and Forest Meteorology*, 85 : 117-132.

□ Agromachinisme

Havard M., Pirot R., 1997. Les évolutions du marché des agro-équipements dans les pays francophones d'Afrique subsaharienne. *Marchés tropicaux et méditerranéens*, 1997/05/30 : 1153-1158.

Pirot R., 1997. La mécanisation de la culture du manioc. The mechanisation of cassava growing. La mecanizacion del cultivo de yuca. *Cahiers de la recherche-développement*, n. 44 : 5-15.

□ Agroclimatologie

Lescot T., Simonot H., Fages O., Escalant J.V., 1998. Avertissement biométéorologique pour lutter contre la cercosporiose noire en plantations de banane plantain au Costa Rica. *Fruits*, 53 : 3-16.

□ Sciences animales

Balent G., Alard D., Blanfort V., Gibon A., 1998. Activités de pâturage, paysages et biodiversité. *Annales de zootechnie*, n. 47 : 419-429.

□ Méthodes mathématiques, statistiques et de recherche

De Reffye P., Fourcaud T., Blaise F., Barthélémy D., Houllier F., 1997. A functional model of tree growth and tree architecture [Un modèle fonctionnel de la croissance et de l'architecture des arbres]. *Silva Fennica*, 31 : 297-311.

Actes de séminaires et colloques

Pichot J., Sibelet N., Lacoëuilhe J.J., 1996. Fertilité du milieu et stratégies paysannes sous les tropiques humides : actes du séminaire. Montpellier, France, Cirad, collection Colloques, 567 p.

Pirot R., Perret S., Manichon H., 1997. Le travail du sol dans les systèmes mécanisés tropicaux. Montpellier, France, Cirad, collection Colloques, 158 p.

Seiny Boukar L., Poulain J.F., Faure G., 1996. Agricultures des savanes du Nord- Cameroun, vers un développement solidaire des savanes d'Afrique centrale : acte du séminaire. Montpellier, France, Cirad, collection Colloques, 527 p.

Moustier P., Mbaye A., De Bon H., Guérin H., Pages J., 1998. Agriculture périurbaine en Afrique subsaharienne : acte du séminaire. Montpellier, France, Cirad, collection Colloques, 275 p.

Rasolo F., Raunet M. (éd). Gestion agrobiologique des sols et des systèmes de culture : acte du séminaire. Montpellier, France, Cirad, collection Colloques, 649 p.

Thèses

□ Agronomie, sol et milieux (axe 1)

Courtaillac N., 1998. Maîtrise du cycle de l'azote dans le système vertisol-canne à sucre à la Guadeloupe : conséquences sur la gestion des parcelles. Inp Lorraine.**

Diatta S., 1996. Les sols gris de bas de versant sur granito-gneiss en région centrale de la Côte d'Ivoire : organisation toposéquentielle et spatiale, fonctionnement hydrologique : conséquences pour la riziculture. Université de Nancy, 182 p.***

Husson O., 1998. Spatio-temporal variability of acid sulphate soils in the plain of reeds, Vietnam: impact of soil properties, water management and crop husbandry on the growth and yield of rice in relation to microtopography. Université de Wageningen.**

Mercier F., 1997. Contribution à l'étude des interactions essences forestières à croissance rapide et sols des savanes tropicales humides : cas de la réserve forestière de Melap (Foumban) au Cameroun. Université de Gembloux.**

N'diaye M., 1997. Contribution des légumineuses arbustives à l'alimentation azotée du maïs. Inp Lorraine.***

Osman Amhed A., 1998. Evolution caractéristique de vertisols sous irrigation à Kenana, Soudan : conséquences sur la gestion des terres. Université de Gezira, Soudan.***

Wey J., 1998. Analyse de la variabilité du rendement du maïs (*Zea mays*) dans l'ouest du Burkina Faso. Inp Lorraine, 115 p.*

□ Agronomie, peuplement et systèmes de culture (axe 2)

Blanfort V., 1998. Agroécologie des pâturages d'altitude à l'île de la Réunion : pratiques d'éleveurs et durabilité des ressources herbagères dans un milieu à fortes contraintes. Université Paris XI, 335 p.*

Bonneau X., 1998. Recherches sur les facteurs limitant la production végétale en conditions de stress hydrique : cas du cocotier à Gunung Batin (Indonésie), rôle du chlore dans l'économie de l'eau. Ina-pg, 131 p.*

Cattan P., 1996. Contribution à la connaissance du fonctionnement d'un peuplement d'arachide : proposition d'un schéma d'élaboration du rendement. Ina-pg, 180 p.*

Colas H., 1997. Association de cultures cocotier-cacaoyer : modélisation de leur système racinaire, étude préliminaire sur l'interaction racinaire et la consommation en eau des deux plantes. Université Montpellier II, 261 p.**

Depommier D., 1996. Structure, dynamique et fonctionnement des parcs à *Faidherbia albida* A. Chev. : caractérisation et incidence des facteurs biophysiques et anthropiques sur l'aménagement et le devenir des parcs de Dossi et de Watinoma, Burkina Faso. Université Paris VI.**

* Chercheur du Cirad.

** Allocataire de recherche.

*** Chercheur du Sud.

Gourley Fleury S., 1997. Modélisation individuelle spatialement explicite de la dynamique d'un peuplement de forêt dense tropicale humide. Université de Lyon.**

Jahiel M., 1996. Phénologie d'un arbre méditerranéen acclimaté en région tropicale : le dattier au sud du Niger et son appropriation par la société Manga. Université Montpellier II, 268 p.*

Jallas E., 1998. Improved model-based decision support by modeling cotton variability and using evolutionary algorithms. Mississippi State University, 231 p.*

Maerere A.P., 1996. Etude de la ramification de deux cultivars d'ananas (*Ananas comosus*), Cayenne Lisse et Queen Victoria, en relation avec leur développement sous diverses climatiques de l'île de la Réunion. Inra, Clermont-Ferrand, 123 p.***

Muller B.L., 1996. Analyse du comportement hydrique de cultures, diagnostic et modélisation en vue de la gestion des irrigations : cas des cultures de maïs et tomate sur sols alluviaux et sols andiques au Guatemala. Ina-pg, 304 p.**

Pages J., 1997. Contribution à l'amélioration des systèmes de culture de l'oignon dans le Gandio-lais (Sénégal) : étude de l'effet des conditions agroécologiques sur l'impact de la maladie des racines roses. Ina-pg, 303 p.*

□ Agronomie, gestion des systèmes de production et territoires (axe 3)

Caron P., 1998. Espaces, élevage et dynamique du changement : analyse, niveaux d'organisation et action, le cas du Nordeste semi-aride du Brésil. Université Paris X.**

D'Aquino P., 1996. Les évolutions dans l'occupation de l'espace et l'utilisation des ressources en zone agropastorale sahélienne : le cas de la province du Soum, au nord du Burkina Faso. Université Aix-Marseille I.**

Dounias I., 1998. Modèles d'action et organisation du travail pour la culture cotonnière : cas des exploitations agricoles du bassin de la benoue au nord du Cameroun. Ina-pg.**

Ducrot R., 1996. Régulation d'une production en situation d'incertitude et de fortes contraintes : exemples des systèmes rizicoles du lac Alaotra (Madagascar). Ina-pg, 183 p.**

□ Science du sol

Calba H., 1996. Action des racines sur la mobilisation de l'aluminium : analyse du fonctionnement d'un système modèle. Ensam, 105 p.*

Guillaume P., 1998. Analyse tridimensionnelle directe de la porosité structurale de vertisols : relations entre formes et fonctionnement hydrique. Ensam, 141 p.*

Harman J.M., 1997. Rôle des espèces ligneuses à croissance rapide dans le fonctionnement biogéochimique de la jachère : effets sur la restauration de la fertilité des sols ferrugineux tropicaux. Université Paris VI.**

Marlet S., 1996. Alcalinisation des sols dans la vallée du fleuve Niger : modélisation des processus physico-chimiques et évolution des sols sous irrigation. Ensam, 267 p.*

Reydellet I., 1997. Effet de la rhizosphère du maïs sur la minéralisation brute de l'azote dans un sol ferrugineux tropical (Burkina-Faso). Inp Lorraine, 193 p.**

Todoroff P., 1998. Utilisation de la réflectométrie temporelle pour la mesure des profils de teneur en eau des sols. Inp Lorraine.**

□ Botanique

Daviero V., 1997. Approche morphométrique, modélisation et simulation informatique de l'architecture et du développement de sphénophytes actuels et fossiles. Université Montpellier II.**

Nicolini E.A., 1997. Approche morphologique du développement du hêtre (*Fagus sylvatica* L.). Université Montpellier II, 185 p.*

* Chercheur du Cirad.

** Allocataire de recherche.

*** Chercheur du Sud.

□ Ecophysiologie

Gohet E., 1996. La production de latex par *Hevea brasiliensis* : relation avec la croissance. Influence de différents facteurs : origine clonale, stimulation hormonale, réserves hydrocarbonées. Université Montpellier II, 343 p.*

Lacape M., 1998. Analyse écophysiologique de la réponse de variétés de cotonnier au déficit hydrique. Ensam, 135 p.*

Lafarge T., 1998. Analyse de la mise en place de la surface foliaire du sorgho-grain au champ : établissement d'un modèle de développement valable en conditions sahéliennes et nord-méditerranéennes. Université Paris XI, 70 p.**

Roupsard O., 1997. Ecophysiologie et diversité génétique de *Faidherbia albida*(Del.) A. Chev. (syn. *Acacia albida* Del.), un arbre à usages multiples d'Afrique semi-aride : fonctionnement hydrique et efficience d'utilisation de l'eau d'arbres adultes en parc agroforestier et de juvéniles en conditions semi-contrôlées. Université Nancy I.**

Thaler P., 1996. Relations entre développement racinaire et développement aérien : modélisation de l'influence de la disponibilité en assimilats carbonnés sur l'architecture racinaire d'*Hevea brasiliensis*. Université Montpellier II, 160 p.*

□ Biologie végétale

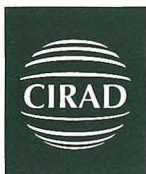
Gallois R., 1998. Métabolisme des nucleotides adenyliques dans le latex d'*Hevea brasiliensis* : effets de l'éthylène. Université Montpellier II, 155 p.**

Freycon V., 1998. Caractérisation des bradyrhizobium photosynthétiques associés aux aeschy-nomes. Université Paris VII.**

* Chercheur du Cirad.

** Allocataire de recherche.

*** Chercheur du Sud.



Centre
de coopération
internationale
en recherche
agronomique
pour le
développement

**Direction
scientifique**

TA 179 / 04
34398
Montpellier
Cedex 5
France

Un dossier de la délégation scientifique Ager
Cirad - Avril 2000